

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

SAMUEL BASSANI NETO

MODELO PARA GESTÃO DE PROJETOS -  
O CASO DA EQUIPE EFICEM

Joinville

2017

SAMUEL BASSANI NETO

MODELO PARA GESTÃO DE PROJETOS -  
O CASO DA EQUIPE EFICEM

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Automotivo no Curso de Engenharia  
Automotiva da Universidade Federal de  
Santa Catarina, Campus de Joinville.

Profa. Orientadora:

Janaina Renata Garcia

Prof. Coorientador:

Ricardo Aurélio Quinhões Pinto

Joinville

2017

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por me proporcionar motivação e saúde para disfrutar cada dia da minha vida.

À minha orientadora, Professora Janaina Renata Garcia, pela atenção, apoio e incentivo em todos os momentos do trabalho, e pela compreensão em situações críticas que demandaram maior dedicação à equipe Eficem.

Aos meus pais, Samuel e Márcia, e às minhas irmãs, Vanessa, Caroline e Karen, por transcenderem tudo o que a palavra família representa, sendo sempre o meu exemplo e referência de caráter, perseverança e amor.

À minha noiva Denaiê, pelo companheirismo, pela sua alegria única, pela compreensão nos momentos difíceis, pelas incontáveis horas compartilhadas de desenvolvimento de TCC e por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando.

Aos meus mentores de estágio e colegas de trabalho, Luiz, Alessandro e Ricardo, que muito me ensinaram sobre gerenciamento, organização, liderança e relação interpessoal.

À equipe Eficem, por proporcionar ao longo de toda a minha graduação momentos, experiências, vivências, aprendizados, histórias e amigos que serão levados para o resto da minha vida. O trabalho em equipe, a resolução de problemas, a dedicação em cada projeto, a superação de desafios, a consagração em cada conquista, foram essenciais para o meu desenvolvimento pessoal e para a minha formação como engenheiro.

Aos meus colegas e amigos de graduação, em especial à Rapeize por compartilhar momentos de extrema felicidade e de verdadeira amizade que espero levar sempre comigo.

Aos Professores que verdadeiramente acreditaram e incentivaram a equipe Eficem, em especial ao Professor Diego Greff e ao Professor Ricardo Aurélio, pela incondicional disponibilidade para auxiliar e sempre compartilhar seus conhecimentos e experiências com a equipe.

"Liderar é influenciar. Gerenciar é o que você faz, liderar é o que você é e a marca que deixa nas pessoas com quem se relaciona."

- John C. Maxwell

## RESUMO

O mundo é movido por projetos. Independente da área de aplicação, projetos são responsáveis por transcender ideias iniciais em concretização de objetivos. O contexto no qual as empresas estão inseridas torna-se a cada dia mais complexo e competitivo. Neste cenário, grandes mudanças tecnológicas e econômicas representam oportunidades, mas também grandes desafios para as organizações que buscam prosperar de forma sustentável. O gerenciamento de projetos tem se constituído em importantes instrumentos para o desenvolvimento e compreensão desta conjuntura. No meio acadêmico, em equipes de competição, é possível identificar uma grande deficiência neste segmento, ainda pouco explorado durante a graduação. O objetivo do presente trabalho é, através de uma revisão teórica fundamentada em diversificadas metodologias, desenvolver um modelo de gestão de projetos aplicado à equipe de eficiência energética Eficem da Universidade Federal de Santa Catarina, campus Joinville. O estudo de caso é o projeto da nova carenagem para os protótipos elétrico e à gasolina.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de projetos. Equipes de competição. Carenagem.

## **ABSTRACT**

The world is driven by projects. Independently of the area of application, projects are responsible for transcending initial ideas into achievement of objectives. The context in which companies are inserted becomes increasingly complex and competitive. In this scenario, technological and economic changes represent opportunities, but also challenges for organizations that seek to thrive in a sustainable way. Project management has become an important tool for developing and understanding this situation. In a student reality, in competition teams, it is possible to identify a huge deficiency in this segment, demonstrating a weak point during the graduation. The objective of the present work is, through a theoretical review based on diversified methodologies, develop a project management model to be applied to the energy efficiency team Eficem of the Federal University of Santa Catarina, in Joinville. The case study is the design of the new body for electric and gasoline prototypes.

**Keywords:** Project management. Competition teams. Prototypes Body.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Olho de Competências .....	15
Figura 2 – Quadro Kanban .....	17
Figura 3 – Tela do Project Model Canvas .....	19
Figura 4 – Triangulo de Ferro .....	22
Figura 5 - Ciclo de Qualidade Deming.....	23
Figura 6 – Grupos de processo .....	28
Figura 7 - Distribuição de atividades no gerenciamento de um projeto.....	29
Figura 8 – Áreas de conhecimento .....	34
Figura 9 – Áreas de conhecimento x Grupos de Processos .....	36
Figura 10 – Condução do estudo de caso .....	38
Figura 11 – Estrutura para condução da pesquisa-ação.....	43
Figura 12 – Estrutura de Material Compósito .....	48
Figura 13 – Pesquisa com equipes de projetos .....	50
Figura 14 – Organograma Equipe .....	56
Figura 15 – Termo de Abertura do Projeto.....	58
Figura 16 – Estrutura Analítica do Projeto.....	61
Figura 17 – Cronograma do Projeto .....	64
Figura 18 – Fluxograma do Projeto.....	66
Figura 19 – Posição de Pilotagem .....	69
Figura 20 – Comparativo Coeficiente de arrasto gota d’agua e pinguim.....	71
Figura 21 – Orçamento Carenagem.....	74
Figura 22 – Modelo em CAD .....	75
Figura 23 – Simulação Aerodinâmica .....	76
Figura 24 – Simulação Estrutural .....	77
Figura 25 – Modelo superior e inferior .....	79
Figura 26 – Molde superior .....	80
Figura 27 – Lista de Pontos em Aberto .....	84
Figura 28 – Perfil da equipe Eficem no aplicativo. ....	86
Figura 29 – Quadro Kanban desenvolvido no aplicativo. ....	87
Figura 30 – Cartão de atividade.....	88
Figura 31 – Planilha de Verificação. ....	89

## LISTA DE ABREVIACÕES

ABGP	Associação Brasileira em Gerenciamento de Projetos
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BMS	<i>Battery Management System</i> (Sistema de Gerenciamento da Bateria)
CAD	<i>Computer Aided Design</i> (Desenho Assistido por Computador)
Cd	Coeficiente de Arrasto Aerodinâmico
EAP	Estrutura Analítica de Projeto
IPMA	<i>Internacional Project Management Association</i>
LOP	<i>List of Open Points</i> (Lista de Pontos Abertos)
OGC	<i>Office of Government Commerce</i>
MDF	<i>Medium Density Fiberboard</i> (Placa de Fibra de Média Densidade)
PAN	<i>Polyacrylonitrile</i> (Poliacrilonitro)
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i> (Planejar Fazer, Verificar, Agir)
PMBK	<i>Project Management Knowledge Base</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Project Management Institute</i>
PRINCE	<i>Projects in Controlled Environment</i>
PVC	<i>Polyvinyl chloride</i> (Policloreto de polivinila)
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> (Desdobramento da Função Qualidade)
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i> (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade)
SIGP	Sistema de Informações de Gerenciamento de Projetos
TAP	Termo de Abertura de Projeto
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i> (Estrutura Analítica de Projeto)



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Conceitos e Abordagens para o Gerenciamento de Projetos.....</b>	<b>13</b>
2.1.1. PMBOK.....	13
2.1.2. IPMA .....	14
2.1.3. Prince2.....	15
2.1.4. Scrum .....	16
2.1.5. Design Thinking.....	17
2.1.6. Project Model Canvas .....	18
2.1.7. Outras Fontes .....	20
<b>2.2. Projetos.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3. Gerenciamento de Projetos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4. Organização de Projetos .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5. Gerente de Projetos.....</b>	<b>26</b>
<b>2.6. Grupos de Processos.....</b>	<b>27</b>
2.6.1. Iniciação .....	29
2.6.2. Planejamento .....	30
2.6.3. Execução .....	31
2.6.4. Monitoramento e Controle .....	32
2.6.5. Encerramento .....	33
<b>2.7. Áreas de conhecimento .....</b>	<b>33</b>
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Estudos de Caso na Engenharia.....</b>	<b>37</b>
3.1.1. Condução do Estudo de Caso.....	38
3.1.2. Definição de uma Estrutura Conceitual.....	38
3.1.3. Planejamento do Caso .....	39
3.1.4. Condução de um Teste Piloto.....	40
3.1.5. Coleta de Dados .....	40
3.1.6. Análise dos Dados.....	41
3.1.7. Geração do Relatório da Pesquisa .....	42
<b>3.2. Pesquisa-ação na Engenharia.....</b>	<b>42</b>
<b>4. O ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>44</b>
<b>4.1. Competições de Eficiência Energética .....</b>	<b>44</b>

<b>4.2. A Equipe Eficaz.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3. O Setor Carenagem.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4. Apresentação do Problema.....</b>	<b>49</b>
<b>5. PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1. Iniciação .....</b>	<b>54</b>
5.1.1. Organograma.....	55
5.1.2. Termo de Abertura do Projeto (TAP).....	57
<b>5.2. Planejamento .....</b>	<b>59</b>
5.2.1. Estrutura Analítica do Projeto (EAP).....	59
5.2.2. Cronograma.....	61
5.2.3. Fluxograma .....	65
5.2.4. Projeto Informacional e Conceitual.....	67
5.2.5. Orçamento .....	72
<b>5.3. Execução.....</b>	<b>74</b>
5.3.1. Modelagem Computacional .....	75
5.3.2. Processo de Fabricação .....	78
5.3.2.1. MODELO.....	78
5.3.2.2. MOLDE.....	79
5.3.2.3. LAMINAÇÃO .....	80
<b>5.4. Monitoramento e Controle .....</b>	<b>82</b>
5.4.1. Lista de Pontos em Aberto (LOP).....	82
5.4.2. Aplicativo para Gerenciamento das Atividades .....	85
<b>5.5. Encerramento .....</b>	<b>88</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO A – REGULAMENTO COMPETIÇÃO .....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE A – PERQUISA GERENCIAMENTO DE PROJETOS .....</b>	<b>97</b>
<b>APÊNDICE B – MATRIZ MORFOLÓGICA .....</b>	<b>98</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O mundo de hoje é movido por projetos. Nas mais diversas áreas de aplicação, novos produtos e serviços são produzidos através desta abordagem, o que pode ser demonstrado pelo aumento do número de empresas que adotam a metodologia de gerenciamento de projetos (KERZNER, 2001).

Estes se tornaram um importante instrumento de mudança e desenvolvimento nas organizações. As principais mudanças organizacionais e as iniciativas para gerar vantagens competitivas têm sido executadas, em sua maior parte, através de projetos organizacionais. Dessa forma, a área de gerenciamento de projetos vem ganhando destaque dentro dos modelos de administração e tem-se transformado num fator relevante para prover velocidade, robustez, consistência e excelência operacional na consecução de projetos. Modelos de gerenciamento de projetos vêm obtendo notoriedade e cada vez mais são feitos esforços para desenvolver competências organizacionais no gerenciamento de projetos (BOUER e CARVALHO, 2005).

A elaboração e implementação de uma metodologia para este gerenciamento é apontada pela literatura como um grande diferencial de organizações que buscam se desenvolver e prosperar em um meio extremamente competitivo. O planejamento é, de fato, essencial nessa incessante busca pela excelência. A organização que se planeja e gerencia de maneira sistemática seus projetos, minimiza os riscos e aumenta a probabilidade de sucesso para obtenção dos resultados.

Espelhadas em organizações e em suas estruturas matriciais, as equipes de competição ganham grande destaque na formação dos estudantes ao longo do curso de Engenharia. Estas contemplam uma excelente oportunidade, onde os alunos podem aplicar na prática conceitos teóricos vistos em sala de aula. Além do viés técnico, os integrantes de uma equipe de projetos estão constantemente vivenciando os desafios de se trabalhar em grupo, intensificando valores como comunicação, comprometimento, pró-atividade, trabalho em equipe e liderança.

Independente do propósito da equipe, seja desenvolver e construir protótipos de Eficiência Energética, Fórmula SAE, Baja, Barco Solar, dentre outros, todas evidenciam uma mesma dificuldade: gerenciar seus projetos. Esta dificuldade é facilmente identificada e revela o motivo pelo qual muitas equipes não conseguem progredir e obter um desenvolvimento de

forma satisfatória. Um fato lamentável, onde por muitas vezes, ideias e soluções de engenharia acabam ficando estagnadas em função da falta de planejamento e gerenciamento.

Uma dificuldade, entretanto, pode ser identificada como uma oportunidade. Após cinco anos de experiência na equipe de projetos, procurou-se estudar diferentes teorias e literaturas, a fim de entender e buscar soluções para os problemas encontrados ao longo da participação nos projetos desenvolvidos. Tão importante quanto desenvolver soluções de engenharia para os mecanismos contemplados em um protótipo ou mesmo a correta seleção de materiais para fabricação das peças, está o gerenciamento do projeto que as engloba. Planejar, organizar, controlar e monitorar as atividades e o grupo de trabalho é fundamental para o sucesso do mesmo. O ponto chave neste processo, e também um dos mais desafiadores, é conciliar o conhecimento técnico de engenharia aos conhecimentos práticos em gestão de projetos.

Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo para gestão de projetos aplicados à equipe de eficiência energética Eficem. O conceito que será abordado abrange desde o caráter prático, com o conhecimento e vivência na equipe de projeto, até a fundamentação em metodologias já bem difundidas neste segmento. O estudo de caso será o projeto da nova carenagem para os protótipos elétrico e a gasolina.

## **Objetivo Geral**

Desenvolver um modelo para gestão de projetos de equipes de competição, através do estudo de caso aplicado ao projeto da nova carenagem do Eficem, da Universidade Federal de Santa Catarina, do campus de Joinville.

## **Objetivos Específicos**

- Analisar modelos de gerenciamento de projetos encontrados na bibliografia pesquisada;
- Identificar os problemas para gerenciamento de projetos em equipes de competição;
- Elaborar estrutura e desenvolver modelo de gestão de projetos;
- Aplicar modelo desenvolvido ao estudo de caso.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos teóricos utilizados no desenvolvimento deste trabalho. São descritos os principais itens que serviram de base fundamental para elaboração e desenvolvimento do projeto e de referência para a obtenção dos resultados aferidos.

### **2.1. Conceitos e Abordagens para o Gerenciamento de Projetos**

O processo de gestão de projetos é amplo e complexo, podendo sua interpretação envolver inúmeros métodos e diferentes abordagens. A gama de literaturas sobre o assunto compreende uma infinidade de autores e conteúdos extremamente variados. Atualmente, existem várias metodologias, frameworks e boas práticas que podem ser utilizados no processo de gestão desde pequenos até projetos de grande porte.

Do ponto de vista de um gerente de projetos, é importante não se prender à métodos e paradigmas passados, mas sim, ficar atento às novidades e inovações que constantemente surgem nesta área. Assim, procurou-se analisar diferentes fontes, a fim de aliar materiais já bem difundidos no segmento com outros que empregam conteúdos e situações atuais.

#### **2.1.1. PMBOK**

Inicialmente, faz-se necessária a apresentação do PMBOK, do inglês, *Project Management Body of Knowledge*. Estabelecido em 1969 e sediado na Filadélfia (EUA), o *Project Management Institute* (PMI) é uma das principais associações mundiais em Gerenciamento de Projetos. Conta atualmente com mais de duzentos e cinquenta mil associados em todo o mundo, atuando nas mais diversas áreas, como aeroespacial, automobilística, administração, construção, engenharia, serviços financeiros, informática, telecomunicações, dentre outras.

O PMBOK (PMI, 2013) tem como principal objetivo fornecer uma visão geral das melhores práticas em gerenciamento de projetos. Este modelo é visto como a mais importante bibliografia de gestão de projetos da atualidade e procura contemplar os principais aspectos que

podem ser abordados no gerenciamento de um projeto genérico. Permite também que os integrantes do projeto possam utilizar um vocabulário comum, para discussão e aplicação do gerenciamento de projetos. Não se trata de uma metodologia, mas sim de uma padronização que identifica e nomeia processos, áreas de conhecimento, técnicas, regras e métodos.

Os projetos são designados como um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Nele são contempladas fases para uma melhor interpretação e para melhorar as chances de sucesso do mesmo. Assim como o projeto, as fases também podem entregar um resultado, onde a somatória destes resultados resulta na entrega final do projeto. De acordo com o tamanho e complexidade do projeto, é aconselhável que seja subdividido em pequenas atividades para um melhor acompanhamento.

Dessa forma, este conceito divide o projeto em cinco grupos de processos e o classifica em dez áreas de conhecimento.

#### 2.1.2. IPMA

De natureza semelhante, a instituição IPMA, do inglês *Internacional Project Management Association*, registrada na Suíça, é uma associação sem fins lucrativos, cujo objetivo é promover internacionalmente o Gerenciamento de Projetos. Foi criada em 1965 como fórum de troca de experiências entre gerentes de projetos internacionais. Os membros da IPMA são principalmente as Associações Nacionais dedicadas ao Gerenciamento de Projetos em trinta e três países. Estas associações nacionais atendem às necessidades dos profissionais de Gerenciamento de Projetos em seus respectivos países e idiomas. Um de seus encargos é o sistema de validação dos programas de certificação nacionais, coordenando e harmonizando as ações de acordo com a estrutura e os princípios globais.

No Brasil, a única instituição associada é a ABGP, Associação Brasileira em Gerenciamento de Projetos. A qual está unida às outras cinquenta associações em diversos países, através de uma rede que estabelece as diretrizes de gestão e técnicas para seu desenvolvimento e aperfeiçoamento.

A certificação acontece por meio de um processo extremamente criterioso, envolvendo avaliação curricular, prova com itens eliminatórios e uma entrevista presencial. Seguindo um padrão mundial, o resultado classifica o avaliado em quatro níveis, A, B, C e D, de acordo com as múltiplas exigências:

- Conhecimento técnico;
- Auto avaliação;

- Habilidades pessoais;
- Entrevista;
- Experiência comprovada como gerente de projetos;
- Adaptação às especificidades do país;
- Áreas do conhecimento, algumas selecionadas em função do país;
- Exames no idioma do país;
- Não há conflito com outras certificações;

Segundo a abordagem da IPMA (2012) para gerenciamento de projetos é dividido em quarenta e seis elementos de competência, que abrange a competência técnica para gerenciamento de projetos, vinte elementos, o comportamento profissional do pessoal de gerenciamento de projetos, quinze elementos, e as relações com o contexto dos projetos, programas e portfólios, onze elementos. Na sua versão três, lançada em 2006, é baseado no Olho de Competências que, identificado na Figura 1, representa a integração de todos os elementos de gerenciamento de projeto como vistos através dos olhos do gerente quando avaliando uma situação específica.

Figura 1 – Olho de Competências



Fonte: PMKB (2006)

O olho também representa clareza e visão. A competência é definida como uma coleção de conhecimentos, atitude pessoal, habilidades e experiência relevante necessária para o sucesso em uma determinada função.

### 2.1.3. Prince2

Outro método conhecido é o PRINCE, *Projects in Controlled Enviroments*, desenvolvido pelo OGC, *Office of Government Commerce*, que se tornou um padrão para o

setor público e privado na Inglaterra e outros países. Primeiramente desenvolvido com propósitos de uso no setor de tecnologia da informação, hoje, é largamente utilizado em outros setores. Sua versão mais recente, denominada PRINCE2, foi desenvolvida com o objetivo de incorporar os requerimentos dos usuários atuais e de vários projetos, tornando-o um guia genérico de melhores práticas para o gerenciamento de projetos de naturezas completamente variadas.

Aqui, os projetos são definidos como meios pelos quais são introduzidas mudanças, partindo da definição de que um projeto é uma organização temporária criada com o propósito de entregar um ou mais produtos de negócio, de acordo com um *business case* pré-acordado.

O gerenciamento é desenvolvido a partir das entregas, conhecidas como produtos, que por sua vez produzem os resultados. O gerente é responsável por planejar a sequência de atividades que irá construir o produto e controlar a realização deste trabalho. Para tornar isso possível, parte deste trabalho deve ser delegado para outras pessoas, evidenciando a interfuncionalidade do time.

No andamento do projeto, o gerente deve monitorar os progressos e compará-los com o plano original, procurando manter o realizado próximo ao original. Caso o plano não estiver sendo cumprido, ações corretivas devem ser tomadas. Caso estiver, o desempenho do projeto também deve ser melhorado, acelerando ou reduzindo os custos, por exemplo.

Assim, o PRINCE2 fornece suporte para o gerente, através do seu objetivo de fazer com que as informações certas estejam disponíveis na hora certa, para as pessoas certas tomarem as decisões certas.

O método define sete variáveis, ou seja, sete processos que precisam ser gerenciados, e quatro elementos integrados: de princípios, temas, processos e ambientes de projeto. Sua base contempla um framework de gerenciamento por exceção, onde a visualização da viabilidade do projeto é abordada segundo o *business case*, e não ao fim do projeto, simplesmente pelo fim.

#### 2.1.4. Scrum

Baseado nas melhores práticas aceitas atualmente pelo mercado, o Scrum é o principal modelo ágil para gerenciar projetos. Sua teoria está fortemente fundamentada em processo empíricos, que vem sendo utilizado para o desenvolvimento de produtos desde os anos noventa.

Este modelo não é considerado um processo ou uma técnica, mas sim um *framework* dentro do qual pode ser empregado diversos processos e técnicas. Através dele, é possível





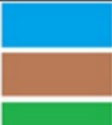


empregar uma abordagem iterativa e incremental para otimizar a previsibilidade e controlar riscos.

Baseado em três pilares, transparência, inspeção e adaptação, esse modelo não utiliza cronogramas, mas sim eventos com duração fixa, criando uma regularidade temporal.

Um ponto bastante característico aqui são as *Sprints*, que são iterações de duração determinada, um mês ou menos, que consistem em um esforço de desenvolvimento. Um projeto é constituído de várias *Sprints*, que devem utilizar o mesmo modelo Scrum e ter como resultado um incremento do produto final. Essas, não acontecem em paralelo, mas sim, sucessivamente.

Uma ferramenta amplamente aplicada a este modelo é o quadro Kanban, mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Quadro Kanban

<i>Backlog Item</i>	A Fazer	Em Progresso	Feito
Motor			
Chassis			
Porta			
Painel			

Fonte: Dos Santos (2015)

Com um conceito bastante visual e organizado, e até parecido com outros métodos, trata-se de uma tabela que indica subgrupos na primeira coluna, atividades que deverão ser realizadas na segunda coluna, atividades em progresso na terceira coluna e atividades concluídas na quarta coluna. É possível inserir cartões de atividades em cada coluna, bem como movimentá-los entre as mesmas de acordo com o decorrer do projeto.

#### 2.1.5. Design Thinking

O *Design Thinking* é um modelo ou uma forma de abordagem adaptada às empresas e corporações, proveniente do campo do *design*. Conforme apresentado por Pinheiro e Alt (2011), esta é uma abordagem para problemas complexos focada no uso da criatividade e da empatia,

e que incentiva a participação de usuários finais na criação de soluções que já nascem mais adaptadas e, por isso, possuem maiores índices de adoção e maior potencial de serem catapultadas ao patamar de inovação.

A construção e implementação de um processo de *Design Thinking* são constituídas de cinco fases:

- Empatia: visar uma identificação com o tema e o problema. Buscar áreas onde se têm experiências vividas, tentando atuar de forma absolutamente assertiva.
- Definição: procurar o caminho correto a seguir, onde muitas vezes, a essência do problema não está facilmente visível ou ao alcance. Por esse motivo, deve-se observar, refletir e conversar com as pessoas envolvidas e entender diferentes visões e opiniões. E assim, construir um entendimento mais abrangente e mais eficaz do problema em questão.
- Ideação: através de técnicas como brainstorming, levantar ideias e alternativas para a situação proposta. Fazer isso de forma sequenciada, agrupando as melhores ideias buscando selecionar a com maior probabilidade de sucesso.
- Prototipagem: tangenciar a solução encontrada na fase anterior, testando a possível solução. Esta é uma ótima oportunidade de identificar dificuldades não vistas anteriormente.
- Teste: as soluções devem ser apresentadas, a fim de proporcionar aos interessados a chance de ver, sentir, testar e emitir a sua opinião. Aqui, busca-se inputs almejando o melhor resultado final.

Três fatores são evidenciados objetivando uma solução. A viabilidade, algo financeiramente viável capaz de gerar um modelo sustentável. A praticabilidade, tecnicamente e tecnologicamente possível de se realizar. E a desejabilidade, ou seja, o trabalho é orientado pelas pessoas envolvidas naquele contexto, considerando clientes, colaboradores, usuários e outros atores.

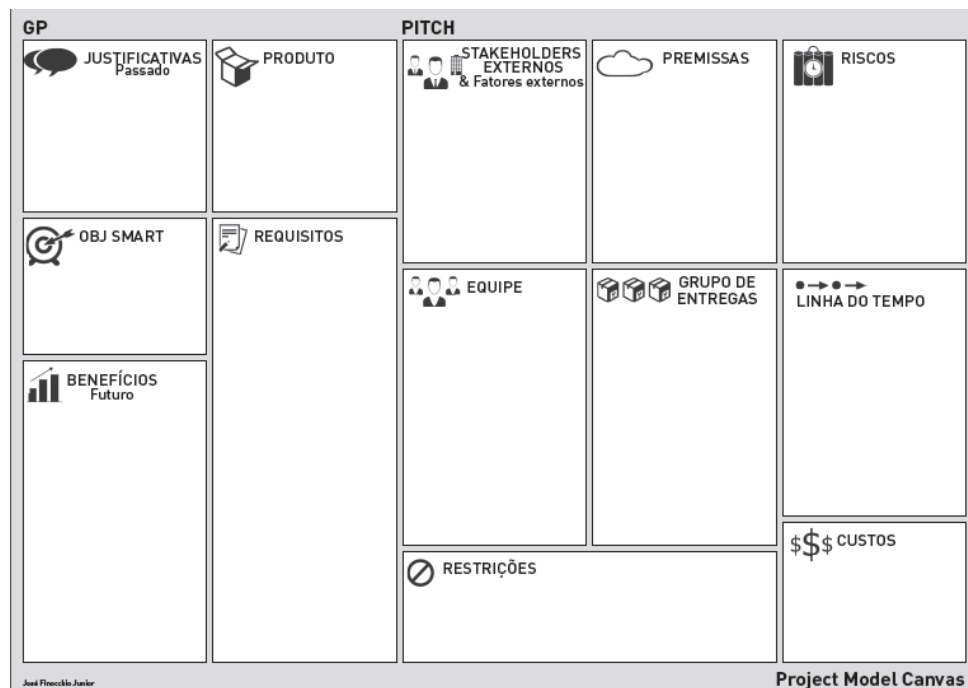
#### 2.1.6. Project Model Canvas

O Project Model Canvas é uma metodologia de gerenciamento de projetos e gestão de portfólio que tem o objetivo de fornecer uma ferramenta prática que organize as ideias, deixe claros os objetivos, fases e torne todos os processos compreensíveis rapidamente mesmo para quem não está familiarizado com a nomenclatura técnica, tendo uma de suas inspirações no Business Model Generation, um modelo de projeção de novos negócios ou análise e

reestruturação de um já existente com técnicas inovadoras, totalmente integradas e altamente visuais (MALACHIAS, 2013).

Baseado em conhecimentos da neurociência, o conceito Canvas visa substituir a grande quantidade de documentação inicialmente preparada pelos gerentes de projeto. Através do uso de uma folha A1 e post-its, o gerente pode conduzir sessões de brainstorming com a equipe de projeto com a finalidade de construir um plano de projeto curto, pragmático e que tenha uma visão única dos objetivos, custos e benefícios do projeto, como pode ser observado na Figura 3. E assim, oferecer uma ferramenta prática, que organize as ideias e esclareça o objetivo e fases do projeto, tornando o processo compreensível para todos, de forma rápida e direta.

Figura 3 – Tela do Project Model Canvas



Fonte: Adaptado de Finocchio (2013)

Este processo contempla quatro etapas:

- Criação: a equipe nessa etapa inicial deve responder às seis perguntas a respeito do projeto: Por que? O que? Quem? Como? Quando? Quanto?
- Integração: a consistência entre os blocos deve ser estabelecida, garantindo a integração entre os componentes.
- Resolução: com as fases correlacionadas, deve ser realizada a identificação dos pontos pendentes não solucionados em função da falta de informação, indefinições ou mesmo contradições.

- Comunicação e Compartilhamento: ao final do processo de criação do PMC, demais documentações do projeto, como cronogramas e orçamentos, podem ser desenvolvidos com base neste.

Segundo Finocchio (2013), este modelo visa fornecer uma ferramenta prática que organize as ideias, deixe claro os objetivos e fases do projeto e torne, assim, todo o processo compreensível de maneira mais rápida e eficaz.

#### 2.1.7. Outras Fontes

Além de literaturas já bem difundidas na disciplina de gestão de projetos, procurou-se também embasamento teórico em teses, artigos e trabalhos desenvolvidos por alunos e integrantes de outras equipes de competição. Em muitos casos, metodologias apresentadas anteriormente foram parcialmente ou completamente aplicadas, revelando seus aspectos e sua eficácia.

A proposta para a fase inicial do trabalho foi estudar e entender as diferentes abordagens e conceitos compreendidos para o gerenciamento de projetos. Ao longo da fundamentação teórica, buscou-se organizar as informações coletadas e direcionar o desenvolvimento do trabalho para a elaboração de um modelo que melhor se adequasse à realidade e necessidades da equipe Eficem. Alguns conceitos serão definidos nos capítulos posteriores, mas de forma bastante abrangente, procurou-se utilizar diferentes literaturas. De acordo com a finalidade e necessidades de cada parte do trabalho, alguns conceitos foram abordados com maior frequência, buscando a solução para determinado contexto.

## 2.2. Projetos

A palavra projeto é proveniente do latim de *projectum* que, por sua vez, origina-se da palavra *projicere*. *Pró-* denota “à frente” e *Iacere*, “lançar, atirar”. Logo a palavra projeto remete a “lançar à frente”. Ou seja, estabelecer o alvo à frente, definir o objetivo. Em outros termos, refere-se a elaborar o planejamento e executá-lo para atingir o resultado esperado.

Um projeto pode ser definido de inúmeras maneiras de acordo com o contexto que está inserido. Em diferentes literaturas, sua definição pode ser encontrada de diversas formas:

- Processo único, consistindo em um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para início e término, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos (ABNT, 2000).

- Um empreendimento com objetivo identificável, que consome recursos e opera sob pressões de prazo, custos e qualidade (KERZNER, 2002).
- É um esforço temporário para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo (PMI, 2013).
- Consiste em uma combinação de recursos organizacionais para se criar algo que não existia anteriormente e que irá fornecer uma melhora na capacidade de desempenho, tanto no desenho quanto na execução de estratégias organizacionais (CLELAND; IRELAND, 2002).
- Um projeto é um conjunto de atividades temporárias, realizadas em grupo, destinadas a produzir um produto, serviço ou resultado único. É considerado temporário no sentido de que possui datas para início e término definidas no tempo, e, por isso, um escopo e recursos definidos. É único no sentido de que não se trata de uma operação de rotina, mas de um conjunto específico de operações destinadas a atingir um objetivo em particular. Consiste de um grupo de atividades coordenadas e controladas, empreendido para alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos (NBR ISO 10006, 1997).

De maneira geral, e procurando atender às definições acima citadas, podemos identificar um projeto como sendo uma situação tendo início e fim, escopo limitado, recursos definidos e gerando um resultado único.

### **2.3. Gerenciamento de Projetos**

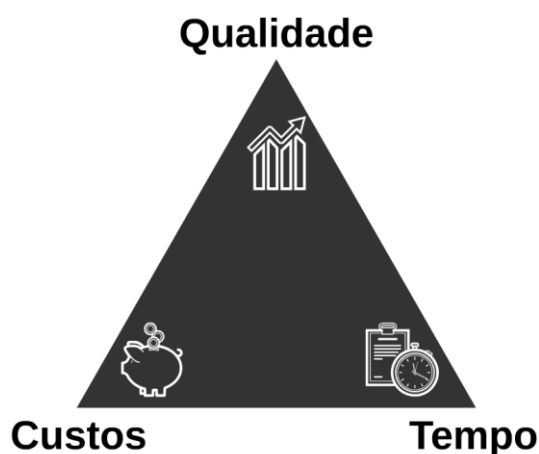
O gerenciamento de projetos, de acordo com o PMBOK, é a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para a execução de projetos de forma efetiva e eficaz. Trata-se de uma competência estratégica em virtude da organização, permitindo com que se unam os resultados dos projetos com os objetivos do negócio – e, assim, melhor atingir os objetivos globais pretendidos (PMI, 2013).

Segundo Carvalho (2011) o plano de planejamento de projeto é o resultado de um processo de planejamento, expresso em um único documento, integrado, que agrega informações de outros planos de forma coerente e consistente. Um dos principais desafios é elaborar um bom plano de projeto onde estejam representadas todas as preocupações a serem administradas, que integre os planos das áreas de conhecimento, como escopo, prazos, custos, qualidade, risco, recursos, comunicação etc., relevantes para o projeto, com as demais preocupações envolvidas no âmbito de um projeto.

Cada projeto tem objetivos que precisam ser alcançados dentro de um prazo específico e em custos fixos. Como dito anteriormente, gestão de projetos é o uso de conhecimentos, habilidades, ferramentas e métodos para atingir esses objetivos. É mais do que apenas o planejamento, é a implementação de muitos processos individuais para lidar com atividades desconhecidas. Uma gestão eficaz do projeto ajuda a atingir os objetivos de uma forma mais rápida, fácil e sem imprevistos.

Em algumas metodologias é possível identificar o triângulo de ferro. De acordo com este, cada projeto está sujeito a três restrições: qualidade, tempo e custo. Estes referem-se e podem ser identificados em um projeto, associados ao produto, ao cronograma e ao orçamento, respectivamente. O sucesso do projeto depende das habilidades e conhecimento do gerente para considerar essas restrições e desenvolver planos e processos para mantê-los em equilíbrio. Esta mostra-se uma ferramenta bastante útil, garantindo um resultado satisfatório dentro do escopo proposto. Indicado na Figura 4, o triângulo de ferro procura aliar os três objetivos com grande potencial de conflito. Um projeto com orçamento limitado ou prazo curto de entrega, por exemplo, pode acarretar em uma qualidade do produto final provavelmente inferior. Da mesma forma que um projeto com custos reduzidos, necessita preparar-se para lidar com essa adversidade, desenvolvendo soluções e buscando alternativas para conseguir, ao final do projeto, entregar o resultado e atingir o objetivo que lhe foi consignado.

Figura 4 – Triangulo de Ferro



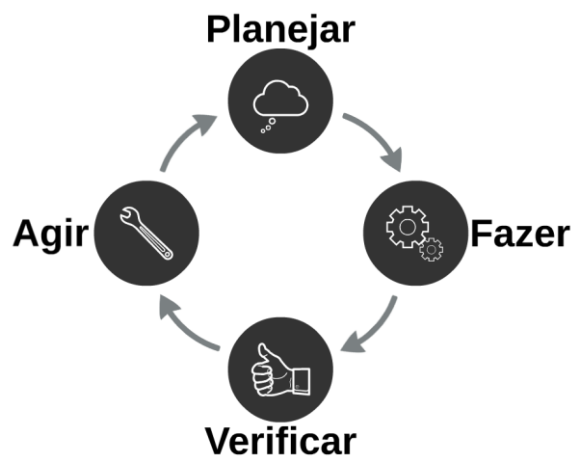
Fonte: Adaptado de Wysocki (2017, p.14)

Este conceito representa as relações de dependência entre as restrições do projeto, dado que se algum mudar, pelo menos uma das outras restrições também será afetada. Por exemplo, uma alteração no plano do projeto, que encurta a linha do tempo, pode resultar em custos mais altos ou em um escopo reduzido.

Portanto, o planejamento em um projeto é fundamental nesta linha de raciocínio, uma vez que procura analisar o tempo e cronograma disponível, os custos envolvidos, e assim, atender ao objetivo da forma mais dinâmica possível.

A melhoria contínua de processos promove a execução de processos diários de trabalho de maneira instintiva. Ao executar um trabalho de rotina, nota-se constante melhoria, eficiência e eficácia, uma vez que o encarregado seja capaz de analisar o desenvolvimento e aprender com os erros. Podendo ser apresentado, dessa forma, como um modelo de fluxo circular. Este fluxo pode ser identificado na Figura 5, como o Ciclo de Qualidade Deming, no qual consiste em quatro etapas: planejar, fazer, verificar e agir. Este ciclo é altamente utilizado em ambientes industriais e é popularmente conhecido como ciclo PDCA, que remete à tradução do inglês *plan, do, check, act*, respectivamente.

Figura 5 - Ciclo de Qualidade Deming



Fonte: Adaptado de Campos (1992, p.266)

O processo que compreende este ciclo permite constantes revisões e correções. Aplicado ao planejamento e gerenciamento de um projeto, esta ferramenta indica uma boa solução, eliminando possíveis erros ao longo das etapas e proporcionando maior confiabilidade. Consequentemente, o resultado torna-se melhor.

O gerenciamento de projetos traz um foco único delineado pelos objetivos, recursos e a programação de cada projeto. A disciplina de gerenciamento de projetos trata de fornecer as ferramentas e as técnicas que permitem à equipe de projeto, e não apenas ao gerente de projeto, organizar seu trabalho para lidar com essas áreas de conhecimento.

Neste contexto, existem vários fatores que permitem que o projeto obtenha os resultados esperados. Eles são: i) definição específica de objetivos, ii) determinação do escopo específico do envolvimento do projeto, e iii) identificação de beneficiários. Esses fatores devem facilitar a mensuração e designação de resultados específicos derivados das atividades do

projeto. Os objetivos mal definidos representam um obstáculo para a consecução da gestão de projetos orientados a resultados e a avaliação de se esses resultados foram atingidos. Objetivos vagos e interpretações duvidosas devem ser evitados ao definir os objetivos do projeto. Um objetivo mais detalhado leva a uma maior compreensão e melhora a probabilidade de que ele seja alcançado.

Para isso, indicadores SMART podem ser empregados, que podem ser definidos segundo os seguintes princípios:

- *S: Specific* - Específico. O objetivo a ser definido deve ser absolutamente claro e preciso através do indicador, sem ambiguidade ou interpretação em potencial. Como resultado, é entendido e tem maiores chances de ser alcançado.
- *M: Measurable* - mensurável. O objetivo deve ter um indicador definido que pode ser mensurável durante e no final do projeto.
- *A: Achievable* - Alcançável. O objetivo e seu indicador devem ser alcançáveis dentro do orçamento do projeto e restrições de tempo.
- *R: Realistic* - Realista. O objetivo e seu indicador devem ser realistas e relevantes em relação ao problema que o projeto pretende solucionar.
- *T: Timely* – a tempo. O objetivo e seu indicador devem ter uma data de conclusão e datas intermediárias para obter resultados práticos; em outras palavras, deve haver um horário e data de entrega.

O gerente e o time do projeto são responsáveis por revisar seus objetivos e garantir que os indicadores atendem aos critérios SMART. Objetivos ambíguos levam a indicadores ambíguos e pode gerar interpretações errôneas quanto ao projeto de realização do objetivo.

Para verificar se cada objetivo atende às características dos indicadores SMART, o gerente do projeto deve responder às seguintes questões:

- O que vamos conseguir?
- Quem vai conseguir isso?
- Quando devemos alcançá-lo?
- Como sabemos se foi alcançado?

Estabelecer metas mensuráveis e relevantes com as quais a maioria das partes interessadas está de acordo representa a plataforma para um projeto bem-sucedido. Ao envolver interessados no processo de estabelecer objetivos e indicadores SMART, o gerente do projeto gera maior probabilidade de o projeto começar de maneira apropriada.



## 2.4. Organização de Projetos

A organização dos projetos está diretamente relacionada à cultura, políticas e procedimentos do contexto onde estão inseridos. A escolha da correta estrutura pelas empresas será determinante no sucesso dos projetos por elas geridos. As estruturas organizacionais podem se apresentar de diversas formas: a funcional; a projetizada e as matriciais fraca, equilibrada e forte (PMI, 2013). A escolha de uma estrutura tem impacto na autoridade e na hierarquia de comando dos projetos (VERZUH, 2000).

Durante os últimos trinta anos uma revolução vem ocorrendo na introdução e desenvolvimento de novas estruturas organizacionais. Os executivos perceberam que as organizações devem ser mais dinâmicas, ou seja, elas devem ser capazes de se reestruturar rapidamente conforme as necessidades do mercado. (KERZNER, 2001).

Segundo Meredith e Mantel (2000), a estrutura projetizada, mais nova que a estrutura funcional, vem apresentando um rápido crescimento nas últimas décadas. Segundo o autor, quatro há quatro razões para este fato. Primeiramente, a velocidade de resposta e a orientação ao mercado tornaram-se uma exigência para a obtenção de sucesso nos dias de hoje. Em segundo lugar, o desenvolvimento de novos produtos, processos ou serviços regularmente requer informações das mais diferentes áreas de conhecimento. Em terceiro lugar, a rápida expansão de novidades tecnológicas em praticamente todas as áreas das empresas, tende a desestabilizar a estrutura das mesmas. Por fim, uma grande parte da alta administração das organizações não se sente muito confiante no entendimento e na coordenação de todas as atividades que ocorrem dentro de suas organizações.

Segundo Kerzner (2001), existem cinco indicadores que mostram que a tradicional estrutura funcional pode não ser a mais adequada para gerenciar projetos:

- Os gerentes estão satisfeitos com as habilidades técnicas de suas equipes, mas os projetos não estão sendo executados segundo os cronogramas definidos e dentro dos custos programados;
- Existe um grande compromisso na execução do projeto, mas uma alta variação na performance do projeto;
- Muitos talentosos especialistas envolvidos com o projeto se sentem sub-utilizados;
- Grupos específicos de trabalho reclamam constantemente uns dos outros por falhas na entrega do trabalho no prazo previsto;
- Projetos estão sendo executados dentro das especificações e nos prazos previstos, mas os sub-grupos e os indivíduos não estão satisfeitos com os resultados.

Kerzner (2001) salienta, no entanto, que não existe um modelo único de estrutura organizacional, pois a estrutura deve estar adequada ao tipo de projeto a ser gerenciado.

## **2.5. Gerente de Projetos**

O gerenciamento das equipes de projeto não é uma tarefa fácil, por dois motivos: o primeiro é que os times de projetos são extremamente dinâmicos, os membros do grupo estão em constante mudança; o segundo é que talvez somente o gerente do projeto e alguns membros da alta gerência conseguem ver a equipe do projeto como uma entidade única. Se os gerentes de projeto desejam um grupo motivado eles devem trabalhar nesta direção. Isto é possível através da condução de reuniões produtivas, da criação de um espaço físico próprio para o grupo, da criação de sinais específicos do grupo, da divulgação dos resultados do grupo, do desenvolvimento de reconhecimento de esforços especiais, do desenvolvimento, por parte do gerente de projeto, de um comportamento voltado às pessoas do seu grupo e de uma correta estruturação do grupo quanto às responsabilidades de cada membro do mesmo. (FRAME, 1994).

Diversas literaturas afirmam que o gerente de projetos, bem como os membros envolvidos no mesmo, devem possuir características especiais diferentes daquelas apresentadas pelos demais funcionários da empresa.

Meredith e Mantel (2000) enumeram uma série de atributos que um bom gerente de projetos deve possuir. São elas: forte base tecnológica, maturidade individual, grande disponibilidade, bom relacionamento com a alta direção da empresa, ser capaz de manter a equipe motivada e ter trabalhado em diferentes departamentos da empresa.

Já Kerzner (2001) apresenta uma lista bem mais completa de características desejadas em um gerente de projetos: flexibilidade e adaptabilidade, preferência por iniciativa e liderança, agressividade, confiança, persuasão e fluência verbal, ambição e pró-atividade, efetividade como comunicador e integrador, variedade de interesses pessoais, entusiasmo, imaginação e espontaneidade, habilidade em balancear soluções técnicas com as variáveis de tempo, custo e fatores humanos, ser bem organizado e disciplinado, ser um generalista em lugar de um especialista, habilidade para dedicar a maioria de seu tempo para planejamento e controle, habilidade para identificar problemas, capacidade de tomar decisões e habilidade para balancear o uso do tempo.

Quanto às características de membros efetivos de equipes de gerenciamento de projetos, Meredith e Mantel (2000) apresentam as mais comuns: habilidades técnicas de alta

qualidade, sensibilidade política, forte orientação à solução de problemas e alta capacidade de automotivação.

As tarefas de um gerente de projeto podem ser definidas como:

- Definição de objetivos: As expectativas dos participantes do projeto devem ser formuladas como objetivos claros e coerentes. Os objetivos devem ser específicos, mensuráveis, realizáveis, realistas e limitados no tempo.
- Desenvolver planos: O que precisa ser feito e quando? Que dependências existem entre as atividades? Um plano também deve incluir uma estimativa de custo e tempo.
- Implantação e exploração de recursos: Deve ser claro quem é responsável pela execução de uma tarefa e como os recursos disponíveis podem ser melhor utilizados.
- Liderando e motivando: Os planos só podem ser efetivamente implementados se as pessoas envolvidas em um projeto forem motivadas.
- Monitoramento e controle: O progresso do projeto e os níveis de motivação dos funcionários devem ser constantemente monitorados.

É possível também correlacionar o gerenciamento à estrutura e etapas do projeto. Podem-se identificar três competências essenciais requeridas: o nível técnico, conhecimento especializado, o nível metodológico e o nível social, a área de liderança para garantir que as pessoas sejam tratadas efetivamente no projeto.

## **2.6. Grupos de Processos**

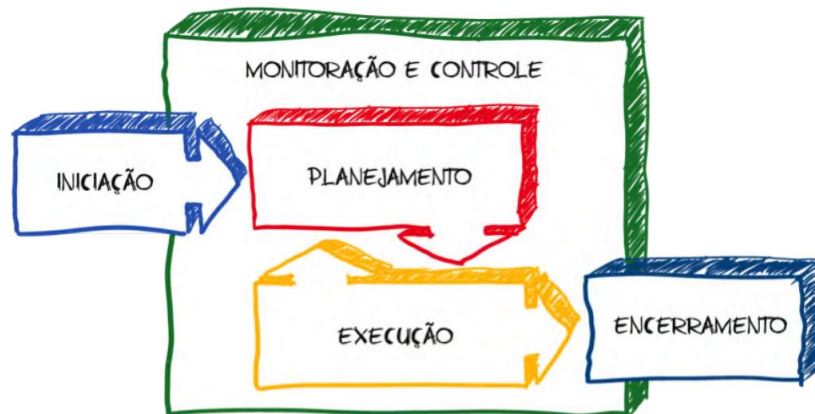
Na gestão de projetos, muitos processos individuais são agrupados: o início do projeto, planejamento e execução das atividades e fechamento do projeto. O gerenciamento de projetos também é um processo.

Um ciclo semelhante ao Ciclo de Qualidade Deming também pode ser criado para gerenciamento de projetos: O Project Management Institute (PMI) definiu, portanto, três grupos de processos, cada um contendo os processos individuais correspondentes:

- Processos de planejamento;
- Processos de execução;
- Monitoramento e controle de processos.

No entanto, os projetos diferem dos processos em que eles têm um início e um fim. Portanto, é necessário definir dois grupos de processos adicionais: iniciação e fechamento. Este grupo de processos pode ser identificado na Figura 6.

Figura 6 – Grupos de processo



Fonte: De Oliveira e Chiari (2014, p.28)

Assim, o processo de gerenciamento de projetos, de acordo com o PMBOK (2013), pode ser definido através dos cinco grupos de processos:

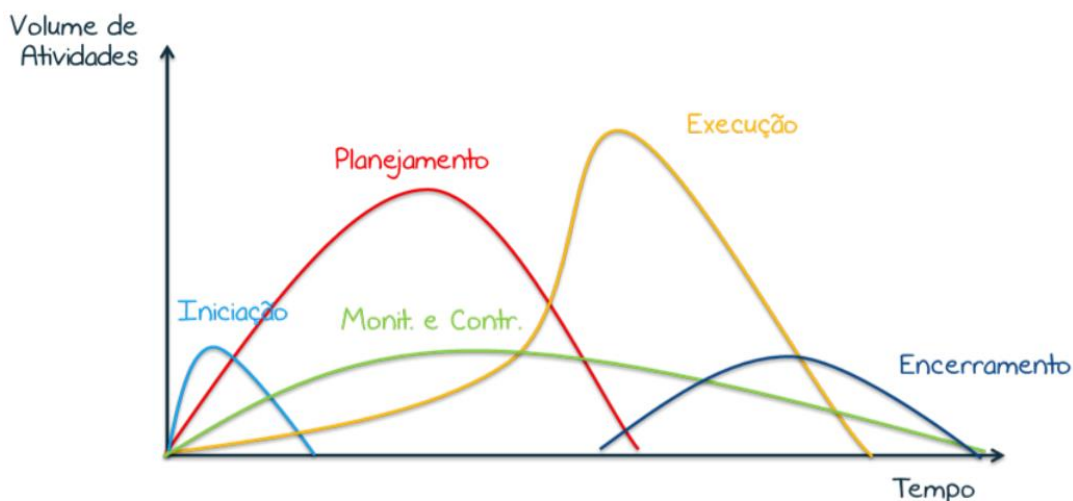
- Iniciação: Iniciar o projeto contempla definir e autorizar o projeto ou uma fase do mesmo.
- Planejamento: Define e refina os objetivos e planeja a ação necessária para alcançar os objetivos e o escopo para os quais o projeto foi designado.
- Execução: Trata-se de efetuar o projeto, integrar pessoas e outros recursos para realizar o plano de gerenciamento para o projeto.
- Monitoração e controle: Compreende verificar o projeto que está se desenvolvendo, acompanhando regularmente o progresso para identificar variações em relação ao plano de gerenciamento do projeto, de forma que possam ser tomadas ações corretivas quando necessário para atender aos objetivos do projeto.
- Encerramento: Aqui, o encerramento do projeto formaliza a aceitação do produto, serviço ou resultado e conduz o projeto ou uma fase do projeto a um final ordenado.

A descrição detalhada e mais aprofundada destes cinco grupos de processos faz-se necessária, conforme será apresentada posteriormente.

É importante compreender que tanto os grupos de processos individuais como os processos individuais dentro desses grupos não ocorrem um após o outro, mas sim são tratados essencialmente em paralelo durante toda a duração do projeto. A Figura 7 mostra um gráfico referente à distribuição de atividades no gerenciamento de um projeto. É possível identificar a carga de trabalho no decorrer de um projeto, bem como a interação entre as mesmas. O início do projeto demanda alta capacidade para o planejamento. Planejar todas as etapas cuidadosamente, verificando os pontos críticos, é fundamental para o sucesso do projeto.

Posteriormente, a fase de execução envolve elevada atenção, monitorando e dando as diretrizes das atividades envolvidas. E ao final, o devido acompanhamento para a conclusão do projeto garante a conclusão do mesmo.

Figura 7 - Distribuição de atividades no gerenciamento de um projeto



Fonte: De Oliveira e Chiari (2014, p.26)

Nessa perspectiva, a compreensão dos processos e das tomadas de decisão permite o correto discernimento sobre o que é, de fato, primordial em um projeto. Assim, a intensidade da gestão do projeto pode ser ajustada às demandas do projeto.

#### 2.6.1. Iniciação

O grupo de processos de iniciação compreende os processos para definir e autorizar o início de um novo projeto. É nesse momento que é designado o gerente de projeto, caso ainda não o tenha sido feito, são identificados os envolvidos no projeto, é discutido quais os resultados que o projeto objetiva alcançar, bem como a forma que as partes envolvidas irão interagir e influenciar no desenvolvimento deste. Todas essas informações devem estar contidas no termo de abertura do projeto, que pode ser elaborado no formato de um documento e oficializará a existência do projeto. O termo de abertura deve ser aprovado pelas gerências das partes envolvidas, a fim de garantir que o gerente do projeto possa utilizar os recursos necessários para cumprimento das metas propostas.

De acordo com o PMBOK (2013), o objetivo deste grupo de processos é alinhar as expectativas das partes interessadas com o objetivo do projeto, dar-lhes visibilidade sobre o escopo e objetivos, e mostrar como a sua participação no projeto e em suas respectivas fases

pode assegurar a realização das suas expectativas. Dessa forma, torna-se evidente como estes processos auxiliam a estabelecer a visão do projeto e o que precisa ser alcançado.

Com o objetivo de dar as diretrizes para o projeto, a equipe deve concentrar esforços nesta etapa e estar apta a responder as seguintes perguntas:

- Porque o projeto foi concebido?
- Quais os resultados esperados?
- Qual o trabalho a ser feito?
- Quem deverá trabalhar no projeto?
- Qual a data de término prevista?
- Quanto se espera gastar com o projeto?

As respostas para essas perguntas fornecem uma visão geral do projeto à equipe envolvida e deverão estar sumarizadas no termo de abertura. Elas devem ser tratadas tanto para aspectos técnicos como gerenciais do projeto. Técnicas de facilitação como *brainstorming* e resolução de conflitos mostram-se bastante úteis para resolução e obtenção de respostas. Cabe ressaltar que este é apenas o grupo de processos de iniciação, onde não é requerido um elevado nível de detalhamento e sim uma primeira concepção do projeto. O refino do escopo do será aferido em etapa posterior, no grupo de processos de planejamento.

#### 2.6.2. Planejamento

O grupo de processos de planejamento é essencial na concepção do projeto e de seu gerenciamento. Este envolve todas as áreas de conhecimento e determinará o sucesso do mesmo, uma vez que executado de forma clara, coerente, e buscando garantir a correta entrega de cada etapa. Aqui, o conceito do triângulo de ferro encaixa-se perfeitamente. O planejamento deve buscar proporcionar o equilíbrio ao projeto, no que diz respeito ao tempo, qualidade e custos envolvidos.

O PMBOK (2013) sugere que o grupo de processos de planejamento deve consistir dos processos realizados para estabelecer o escopo total do esforço, definir e refinar os objetivos e desenvolver o curso de ação necessário para alcançar esses objetivos.

Aplicando o ciclo de qualidade Deming, visto anteriormente, este grupo de processos está sujeito a constantes alterações, tendo em vista a natureza complexa do gerenciamento de projetos pode exigir o uso de realimentações periódicas para análises adicionais. À medida que mais informações ou características do projeto são compreendidas, um planejamento adicional pode se fazer necessário. Mudanças significativas ocorridas ao longo do ciclo de vida do projeto

acionam uma necessidade de revisitar um ou mais dos processos de planejamento e possivelmente alguns dos processos de iniciação. Este detalhamento progressivo do plano de gerenciamento de projetos é denominado como planejamento em ondas sucessivas, indicando que o planejamento e a documentação são atividades iterativas e contínuas (PMBOK, 2013).

Este grupo de processos tem como principal benefício delinear a estratégia, a tática, e o curso de ação ou o caminho para a conclusão do projeto ou de cada uma de suas fases. Um planejamento bem gerenciado fornece maior facilidade para conquistar a adesão e a participação das partes interessadas.

O plano de gerenciamento do projeto envolve uma grande sequência de etapas e ações que deve ser bem coordenadas a fim de garantir o sucesso do projeto. A lista abaixo indica os processos e etapas que devem ser desenvolvidos de acordo com ordem cronológica:

1. Levantar os requisitos de projeto: o grupo deve avaliar quais as necessidades e as expectativas das partes interessadas, ou seja, as condições ou capacidades que desejam que sejam cumpridas pelo projeto e estejam presentes no produto final. Estes devem estar alinhados com o termo de abertura do projeto e devem ser analisados e registrados com detalhes para facilitar as próximas etapas.
2. Definir escopo do projeto:
3. Desenvolver Estrutura Analítica do Projeto (EAP):
4. Definir atividades do projeto, sequenciando-as e estimando suas durações:
5. Desenvolver cronograma:
6. Estimar custos e estipular orçamento requerido:

Essas definições são de suma importância na fase inicial do projeto. Elas são responsáveis por delimitar o fluxo e o sentido a ser seguido. Além do mais, esta proporciona o embasamento para o grupo de processos seguinte, o de execução.

### 2.6.3. Execução

Este grupo de processos compreende o desenvolvimento do que foi pensado e projetado na etapa de planejamento. O objetivo da execução é garantir que o trabalho definido do plano de gerenciamento seja concluído. Este grupo de processos pode ser entendido como o centro articulador entre as orientações definidas no planejamento, as ações deferidas pela equipe e o processo decisório do gerente de projeto.

Nesta etapa a gerência tem a responsabilidade de coordenar recursos, orientar e integrar a equipe, engajando todos a cumprir as ações definidas no plano de trabalho. A

execução deve ser coordenada a fim de garantir que as tarefas definidas sejam executadas. Deve-se tomar cuidado com atividades adicionais que não estavam previstas no plano, pois estas vão consumir recursos que não estavam planejados, que poderão comprometer a ação e o próprio projeto. Por isso, é fundamental que o planejamento seja cuidadosamente desenvolvido e orientado à sua execução.

Como um dos principais focos deste grupo de processos, está o fator integrante. O gerente é o responsável por garantir a qualidade da comunicação. Seja através de reuniões, ferramentas de comunicação, dentre outras, o gerente deve assegurar a transmissão da mensagem, isto é, garantir que o receptor tenha compreendido o que foi solicitado. Outro fator integrante refere-se à motivação. Como a equipe de projeto é composta por pessoas, é fundamental manter o time engajado e motivado para que as entregas ocorram dentro dos prazos estipulados. É fundamental que todas as atividades e ações estejam integradas e que o grupo e suas ações direcionados com o objetivo da obtenção do produto final.

#### 2.6.4. Monitoramento e Controle

Este grupo de processo compreende os processos empregados para analisar, acompanhar e organizar o progresso e o desempenho do projeto. Aqui é possível identificar mudanças que podem fazer-se necessárias no plano e, quando aplicável, iniciar as respectivas mudanças. Um outro grande benefício deste grupo de processos, se não o principal, diz respeito à capacidade em mensurar e analisar o desempenho do projeto de acordo com intervalos regulares.

De acordo com o PMBOK (2013), este grupo de processos envolve:

- Controlar mudanças e recomendar ações corretivas ou preventivas em antecipação a possíveis problemas;
- Monitorar as atividades contínuas do projeto em relação ao plano de gerenciamento do projeto e a linha de base de desempenho do mesmo;
- Influenciar os fatores que poderiam impedir o controle integrado de mudanças ou de gerenciamento de configurações para que somente as mudanças aprovadas sejam implementadas.

Ou seja, o objetivo é fornecer à equipe uma visão ampla do desenvolvimento do projeto, para que assim, todos possam acompanhar a saúde deste e identificar as áreas que necessitam de atenção especial. É possível controlar não apenas o grupo de processos, mas sim todo o esforço envolvido. Todas as fases do projeto podem ser gerenciadas e a implementação



de ações corretivas ou preventivas podem ser realizadas, assegurando que o projeto cumpra o seu plano. Um exemplo para esta situação seria uma data de término de atividade não cumprida, requerendo o ajuste e compensações entre os objetivos do orçamento e do cronograma.

#### 2.6.5. Encerramento

Aproximando-se do fim do projeto, o grupo de processos de encerramento pode ser identificado. Este envolve os processos necessários para finalizar todas as atividades de todos os grupos de processos de gerenciamento do projeto, visando concluir formalmente o projeto. O objetivo é assegurar que os processos definidos estão completos, sem permitir que algo tenha sido esquecido.

O encerramento engloba algumas atividades que, segundo o PMBOK (2013), podem ser definidas como:

- Obter a aceitação pelo cliente ou patrocinador para encerrar formalmente o projeto ou fase;
- Fazer a revisão pós-projeto ou de final de fase;
- Registrar os impactos de adequação de qualquer processo;
- Documentar as lições aprendidas;
- Aplicar as atualizações apropriadas aos ativos de processos organizacionais;
- Arquivar todos os documentos relevantes do projeto no sistema de informações de gerenciamento de projetos (SIGP) para serem usados como dados históricos;
- Encerrar todas as atividades de aquisições, assegurando a rescisão de todos os acordos relevantes;
- Executar a avaliação dos membros da equipe e liberar os recursos do projeto.

### 2.7. Áreas de conhecimento

Uma abordagem interessante que o guia de conhecimento PMBOK apresenta é o das dez áreas de conhecimento. Estas, distintas umas das outras, representam um conjunto completo de conhecimentos, termos e atividades que compõem um campo de especialização. Segundo a bibliografia, essas dez áreas de conhecimento são usadas na maior parte dos projetos, na maioria das vezes. As equipes utilizam essas e outras dos projetos utilizam essas e outras áreas, de acordo com o requerido, de modo apropriado, em função dos projetos específicos (PMI, 2013). Estas dez áreas podem ser conferidas adiante, na Figura 8.

Figura 8 – Áreas de conhecimento



Fonte: De Oliveira e Chiari (2014, p.30)

As áreas de conhecimento estão contidas nos cinco grupos de processos. Cada uma delas, de acordo seus aspectos, tratativas e função, são designadas às diferentes etapas do projeto. É importante definir cada uma delas e identificar sua relação com os grupos de processos, quando aplicado. Dessa forma, elas podem ser descritas como:

- **Gerenciamento da Integração:** São os processos que integram os diversos elementos do gerenciamento de projetos, que são identificados, definidos, combinados, unificados e coordenados dentro dos grupos de processos de gerenciamento de projetos. Tem como objetivo garantir que todos os elementos dentro do projeto estejam devidamente coordenados e integrados. Procura garantir também integração com elementos externos como integração com as operações normais da empresa e integração do escopo do produto e do projeto. São os seguintes os processos desta área: desenvolvimento do plano de projeto, execução do plano de projeto, e controle integrado das mudanças.
- **Gerenciamento do Escopo:** São os processos envolvidos na verificação de que o projeto inclui todo o trabalho necessário, e apenas o trabalho necessário, para que seja concluído com sucesso. Esta área de conhecimento compreende os processos fundamentais para o gerenciamento do escopo do projeto: iniciação, planejamento do escopo, detalhamento do escopo, verificação do escopo e controle de mudanças de escopo.
- **Gerenciamento da Qualidade:** São os processos envolvidos na garantia de que o projeto irá satisfazer os objetivos para os quais foi realizado. Descreve os processos necessários para assegurar que as necessidades que originaram o desenvolvimento do projeto sejam satisfeitas. O gerenciamento da qualidade é composto pelos processos: planejamento da qualidade, garantia da qualidade e controle da qualidade.

- Gerenciamento de Custos: São os processos envolvidos em planejamento, estimativa, orçamentação e controle de custos, descrevendo os processos necessários para assegurar que o projeto termine dentro do orçamento aprovado. Ele é composto pelos processos: planejamento dos recursos, estimativa dos custos, orçamento dos custos e controle dos custos.
- Gerenciamento das Aquisições: São os processos que compram ou adquirem mercadorias e serviços fora da organização que desenvolve o projeto. Este gerenciamento é discutido do ponto de vista do comprador na relação comprador-fornecedor. Ele é composto pelos processos: planejamento das aquisições, preparação das aquisições, obtenção de propostas, seleção de fornecedores, administração dos contratos e encerramento do contrato.
- Gerenciamento de Recursos Humanos: São os processos que organizam e gerenciam a equipe do projeto. Descreve o que é necessário para proporcionar a melhor utilização das pessoas envolvidas no projeto. Ela é composta pelos seguintes processos: planejamento organizacional, montagem da equipe e desenvolvimento da equipe.
- Gerenciamento das Comunicações: São os processos relativos à geração, coleta, disseminação, armazenamento e destinação final das informações do projeto de forma oportuna e adequada. Além de assegurar que toda a informação pertinente ao projeto seja coletada, deve garantir que estas sejam documentadas, para assim tornar possível o acesso das mesmas ao time e às partes interessadas. Ao fim do projeto, no grupo de processos de encerramento, as informações e documentações devem ser arquivadas visando um embasamento histórico e a difusão de conhecimento às futuras gerações da equipe.
- Gerenciamento de Risco: São os processos relativos à realização do gerenciamento das ameaças e oportunidades em um projeto. Esta área de conhecimento envolve os processos necessários para identificar, analisar, responder e controlar os riscos de um projeto. São os seguintes os seus processos: planejamento do gerenciamento de riscos, identificação dos riscos, análise qualitativa dos riscos, análise quantitativa dos riscos, planejamento das respostas aos riscos e controle e monitoramento dos riscos.
- Gerenciamento do Tempo: São os processos necessários para que haja o término do projeto dentro do prazo previsto. Ele é composto pelos seguintes processos: definição das atividades, sequenciamento das atividades, estimativa da duração das atividades, desenvolvimento do cronograma e controle do cronograma.

- **Gerenciamento das Partes Interessadas:** São os processos que permitirão envolver as partes interessadas em um diálogo contínuo para garantir as necessidades e expectativas em relação ao projeto e ao seu produto. O gerenciamento da comunicação do projeto descreve os processos necessários para assegurar a geração, coleta, distribuição, armazenamento e pronta apresentação das informações do projeto. Este gerenciamento é composto pelos seguintes processos: planejamento das comunicações, distribuição das informações, relato de desempenho e encerramento administrativo do projeto.

Com os grupos de processos definidos e as áreas de conhecimento identificadas, é possível criar uma correlação entre eles. O objetivo aqui é analisar o envolvimento de cada área de conhecimento com determinada etapa do projeto, como é possível verificar na Figura 9.

Figura 9 – Áreas de conhecimento x Grupos de Processos

	Iniciação	Planejamento	Execução	Controle	Encerramento
Escopo		Coletar requisitos. Definir escopo. Criar EAP		Verificar e controlar escopo	
Tempo		Definir atividades. Estimar sua sequência, duração e recursos. Criar cronograma		Controlar cronograma	
Custos		Estimar custos. Definir orçamento		Controlar custos	
Qualidade		Planejar qualidade	Realizar garantia da qualidade	Controlar qualidade	
Recursos Humanos		Planejar RH	Mobilizar, desenvolver e gerenciar equipe		
Aquisições		Planejar aquisições	Conduzir aquisições	Administrar aquisições	Encerrar aquisições
Comunicações	Identificar partes interessadas	Planejar comunicações	Distribuir informações. Gerenciar expectativas das partes interessadas	Reportar desempenho	
Riscos		Identificar riscos. Planejar sua gestão e resposta. Analisar qualitativa e quantitativamente.		Monitorar e controlar riscos	
Integração	Desenvolver TAP	Desenvolver plano de gerenciamento do projeto	Orientar e gerenciar a execução	Monitorar e controlar trabalho e mudanças	Encerrar projeto ou fase

Fonte: D'ávila (2015)

O Guia PMBOK procura esclarecer como os cinco grupos de processos são integrados às dez áreas de conhecimento. Como elementos de apoio, as áreas de conhecimento fornecem uma descrição detalhada das entradas e saídas do processo e uma explicação descritiva das ferramentas e técnicas usadas com maior frequência nos processos de gerenciamento de projetos para produzir cada resultado (PMBOK, 2013)

### **3. METODOLOGIA**

Neste capítulo será apresentada a metodologia empregada no desenvolvimento do trabalho. Será descrita a forma como a problemática do trabalho foi abordada e conduzida objetivando a solução.

#### **3.1. Estudos de Caso na Engenharia**

A proposta do trabalho envolve não apenas o estudo da metodologia em gestão de projetos, mas também a aplicação deste conhecimento para a geração de um modelo de gerenciamento para ser aplicado à equipe de competição. A teoria alia-se a prática através da adoção do estudo de caso.

Souza (2005) destaca dentre os benefícios principais da condução de um estudo dessa natureza a possibilidade do desenvolvimento de nova teoria e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos, além de que muitos conceitos contemporâneos na gestão de operações e engenharia foram desenvolvidos por meio de estudo de caso.

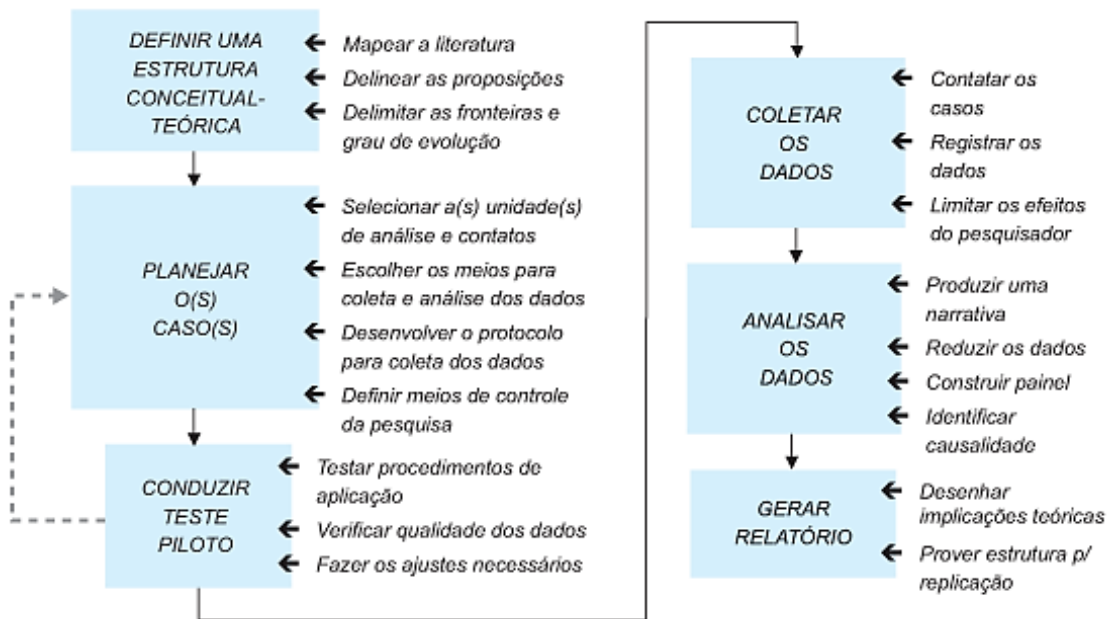
Dentro da engenharia, pode-se identificar o estudo de caso como um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de análise aprofundada de um ou mais objetos de análise. Segundo Cauchick Miguel (2010), essa análise possibilita um amplo e detalhado conhecimento sobre o fenômeno, permitindo a geração de teoria. Além de destacar as etapas para a condução de um estudo de caso, também sugere algumas recomendações para a sua condução.

Cauchick Miguel (2010) define esta metodologia como sendo de cunho teórico-conceitual, ou seja, como uma discussão decorrente da análise da literatura, resultando em um levantamento de uma série de pontos relevantes para o planejamento e condução de um estudo de caso. Não trata especificamente de uma revisão da literatura, mas apresenta elementos que poderiam levar a essa classificação, pois uma das funções do presente trabalho é identificar, conhecer e acompanhar o desenvolvimento da pesquisa em determinada área do conhecimento. Sob essa perspectiva, é apresentada a condução do estudo de caso, bem como a definição da estrutura proposta.

### 3.1.1. Condução do Estudo de Caso

Para a condução de um estudo de caso, é necessário definir a estrutura conceitual teórica, a qual permitirá o entendimento do caso, aprofundamento da literatura e fundamentação para o embasamento, atendendo às questões e objetivos da pesquisa. E, dessa forma, proporcionar as diretrizes para a contribuição investigativa almejada. Na figura 10 pode ser observada essa estrutura, estratificando cada uma de suas etapas.

Figura 10 – Condução do estudo de caso



Fonte: Cauchick Miguel (2010, p. 131)

### 3.1.2. Definição de uma Estrutura Conceitual

Primeiramente, deve-se definir um referencial conceitual teórico para o trabalho, de forma a fazer um mapeamento da literatura sobre o assunto. Esse mapeamento localiza o tópico de pesquisa no contexto da literatura disponível sobre o tema (CROOM, 2005). O mapa indica a abrangência da literatura demonstrando como o tópico em estudo é influenciado pelas fontes bibliográficas existentes. Outra função importante nesse mapa é a identificação de trabalhos de cunho teórico ou de caráter empírico. A partir da busca bibliográfica e revisão da literatura é possível identificar lacunas onde a pesquisa pode ser justificada, em termos de relevância, bem como possibilita extrair os constructos, elementos extraídos da literatura que representam um conceito a ser verificado, nesse caso empiricamente. A partir desses constructos, as proposições

podem ser então estabelecidas. Uma ou mais proposições correspondem ao que realmente será verificado, ou seja, é a representação do constructo para fins de mensuração. O referencial teórico também serve para delimitar as fronteiras do que será investigado, proporcionar o suporte teórico para a pesquisa e também explicitar o grau de evolução sobre o tema estudado, além de ser um indicativo da familiaridade e conhecimento do pesquisador sobre o assunto (CAUCHICK MIGUEL, 2010).

### 3.1.3. Planejamento do Caso

Para o início do planejamento, deve-se identificar a unidade de análise, ou seja, o caso a ser estudado. A quantidade de casos também deve ser determinada, podendo ser único ou múltiplos casos. Segundo Yin (2001), o recorte de tempo também é importante, resultando em casos retrospectivos ou longitudinais.

Um estudo de caso retrospectivo investiga o passado, coletando dados históricos. Em função da natureza histórica, é difícil determinar relações de causa e efeito, os participantes podem não recordar precisamente os eventos estudados e a análise documental não necessariamente reflete o que realmente ocorreu (SOUZA, 2005).

Um estudo de caso longitudinal investiga o presente de certa forma superando as limitações do estudo de caso retrospectivo. No entanto, pode trazer limitações de acesso aos dados e informações, pode resultar em grande consumo de tempo e, não necessariamente, ser conduzido em tempo real (SOUZA, 2005), ou seja, de certa forma pode apresentar alguma retrospectividade. O quanto longitudinal deve ser o estudo de caso vai depender dos objetivos da pesquisa, como, por exemplo, se o pesquisador pretende descrever uma mudança em um processo de implantação de dada prática organizacional.

De acordo com Cauchick Miguel (2010), para algumas pesquisas sobre a análise de eficácia da implementação de um sistema de produção, por exemplo, pode ser necessária uma análise temporal mais extensa, podendo resultar em uma análise de meses ou anos atrás até o presente. Um exemplo de estudo de caso longitudinal pode ser encontrado em Jayanthi e Sinha (1998). Um estudo de caso único permite um maior aprofundamento na investigação e é frequentemente utilizado em pesquisa longitudinal. Porém, existe uma limitação no grau de generalização (validade externa) uma vez que existe o risco de um julgamento inadequado em função de ser um evento único (SOUZA, 2005). Na adoção de estudo de casos múltiplos, pode-se ter um maior grau de generalização dos resultados, porém espera-se uma profundidade menor

na avaliação de cada um dos casos, além de consumir muito mais recursos (YIN, 2001; SOUZA, 2005).

Partindo da seleção dos casos, os métodos e técnicas de coleta e análise devem ser determinados. Para múltiplas fontes de evidência, consideram-se entrevistas, análise documental e observações. Segundo Cauchick Miguel (2010), visitas no chão de fábrica também são importantes no sentido de verificar, *in loco* e/ou *in modus operandi*, o fenômeno estudado. Eisenhardt (1989) coloca que o uso de múltiplas fontes de dados e a iteração com os constructos desenvolvidos a partir da literatura possibilitam que o pesquisador alcance uma maior validade construtiva da pesquisa. A validade construtiva consiste na extensão pela qual uma observação mede o conceito que se pretende medir (CROOM, 2005). Além disso, o uso de diversas fontes de evidência permite a utilização da técnica de triangulação, que compreende uma iteração entre as diversas fontes de evidência para sustentar os constructos, proposições ou hipóteses, visando analisar a convergência das fontes de evidência (CAUCHICK MIGUEL, 2010).

#### 3.1.4. Condução de um Teste Piloto

Segundo Cauchick Miguel (2010) um teste piloto em estudo de caso não é uma prática comum. Entretanto, mostra-se com elevada relevância, uma vez que verifica os procedimentos de aplicação com base no protocolo anteriormente desenvolvido, visando seu aprimoramento. Com este teste, também se torna possível analisar a qualidade dos dados obtidos, procurando verificar se os mesmos estão associados aos constructos e, conseqüentemente, se contribuem para o atendimento dos objetivos da pesquisa. Logo, correções e ajustes podem ser providos, elevando a qualidade e eficiência do estudo de caso.

#### 3.1.5. Coleta de Dados

Para a etapa de coleta dos dados, deve-se inicialmente averiguar a fonte da pesquisa, ou seja, os contatos a serem estabelecido para a obtenção das informações. De acordo com Cauchick Miguel (2010), é importante que os informantes tenham clareza do objetivo e importância da pesquisa e o pesquisador assuma o caráter de confidencialidade dos dados coletados.

Os instrumentos para coleta dos dados também devem ser definidos no planejamento. As habilidades de entrevistas devem ser consideradas, a partir dos seguintes fatores (YIN,



2001): ter capacidade de fazer questões adequadas e interpretar as respostas; ser um bom ouvinte e não trazer nenhum tipo de preconceito; estar muito bem embasado (teoricamente) no tema sendo investigado; ser receptivo e sensível a possíveis evidências contraditórias; ser adaptável e flexível às situações novas e/ou não previstas, considerando-as como oportunidades e não ameaças.

O registro dos dados pode ser realizado de inúmeras maneiras. Gravações podem trazer mais detalhes dos dados, entretanto podem inibir o entrevistado. Anotações são outra forma de registrar a pesquisa. Preferencialmente devem ser feitas no momento do evento ou logo após ele, procurando evitar a perdas de informações.

### 3.1.6. Análise dos Dados

Cauchick Miguel (2010) indica que a partir do conjunto de dados coletados, considerando as múltiplas fontes de evidência, o pesquisador deve produzir uma espécie de narrativa geral do caso. Isso não implica que tudo que foi coletado deverá ser incluído no relatório da pesquisa. É necessário fazer uma análise e possível redução dos dados de tal forma que seja incluído na análise somente aquilo que é essencial e que tem estreita ligação com os objetivos e constructos da pesquisa. Os dados, independente da forma como coletados, devem ser transferidos para um arquivo eletrônico para compilação e melhor compreensão.

No entanto, somente a transcrição e montagem de uma narrativa considerando todas as fontes de evidências não é suficiente para uma análise adequada dos dados. Assim, algumas práticas podem ser utilizadas, como por exemplo a codificação, que é o primeiro passo para a redução dos dados (SOUZA, 2005). A ideia é marcar as partes da narrativa (palavras, frases ou mesmo parágrafos) com um código que represente categorias previamente definidas. Essas categorias devem corresponder a propriedades teóricas, desdobradas em dimensões associadas à pesquisa. Os códigos são blocos cujo objetivo é resgatar os dados das narrativas e transcrições de forma a associá-los ao que se pretende investigar, seja no âmbito da questão da pesquisa ou dos constructos desenvolvidos a partir da literatura (CAUCHICK MIGUEL, 2010).

Deve-se então criar uma planilha ou painel com os dados, para homogeneizar as informações e criar uma tratativa mais uniforme. De acordo com Cauchick Miguel (2010), A base da análise é a descrição detalhada do caso, pois já nesse estágio possibilita identificar dados e informações relevantes para a pesquisa bem como insights. Em um primeiro momento, uma explanação mais geral pode ser elaborada, seguida de uma análise mais detalhada e consistente no sentido de explicar as evidências que podem ser generalizáveis. Essa cadeia de

evidências é o que pode levar às conclusões lógicas embasadas nas diversas fontes de dados convergentes. A síntese das etapas anteriores em conjunto com os resultados e resposta à questão anterior, por meio das conclusões, é então feita no relatório da pesquisa, descrito a seguir.

### 3.1.7. Geração do Relatório da Pesquisa

Tendo realizado o conjunto de etapas anteriores, trona-se possível sintetizar um relatório de pesquisa. Este deve possuir resultados estreitamente relacionados à teoria anteriormente estudada. É importante ressaltar o cuidado a ser tomado, para não ajustar a teoria aos resultados, e sim o inverso, os resultados e as evidências é o que deve ser associado à teoria, possibilitando, inclusive, a geração de nova teoria.

O estudo de caso deve estar pautado na confiabilidade e validade, que são critérios para julgar a qualidade da pesquisa. A confiabilidade visa demonstrar que as operações de um estudo podem ser repetidas apresentando os mesmos resultados, como os procedimentos para coleta dos dados, por exemplo (YIN, 2001).

## 3.2. Pesquisa-ação na Engenharia

Aliado ao estudo de caso, Cauchick Miguel (2010) revela outro método qualitativo de abordagem de problemas, a pesquisa-ação. Trata-se de um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. Por meio da observação participante, o pesquisador interfere no objetivo de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para a base do conhecimento.

A pesquisa-ação é um termo genérico, que cobre muitas formas de pesquisa orientada para a ação e indica uma diversidade na teoria e na prática entre pesquisadores usuários desse método, fornecendo amplo leque de opções para os potenciais pesquisadores para o que pode ser apropriado para suas questões de pesquisa (COUGHLAN e COUGHLAN, 2002).

Pode ser definida também como tipo de pesquisa social com base na empírica que é concebida e realizada em estreita associação com a ação ou a resolução de um problema coletivo

e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2007).

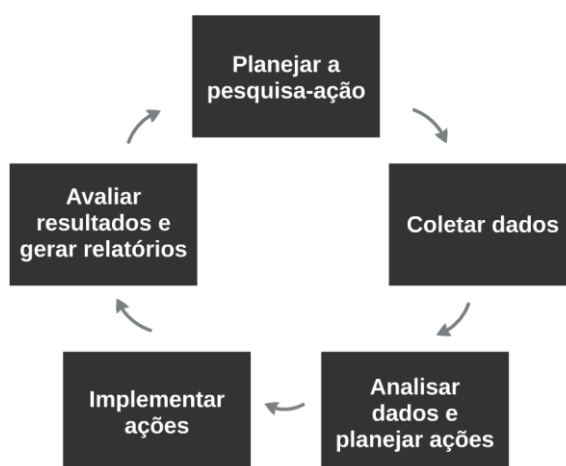
Bryman (1989) acrescenta que a pesquisa ação é uma abordagem da pesquisa social aplicada na qual o pesquisador e o cliente colaboram no desenvolvimento de um diagnóstico e para a solução de um problema, por meio da qual as descobertas resultantes irão contribuir para a base de conhecimento em um domínio empírico particular.

Na pesquisa-ação, o termo pesquisa se refere à produção do conhecimento e o termo ação se refere a uma modificação intencional de dada realidade ocorrendo como parte do processo de pesquisa. Nesse método de pesquisa, o conhecimento é produzido e a realidade é modificada simultaneamente, cada um ocorrendo devido ao outro (OQUIST, 1978).

Segundo Thiollent (2009), para uma pesquisa ser qualificada como pesquisa-ação é necessária a implantação de uma ação aplicada à solução do problema sob observação, onde os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas.

A metodologia identifica-se com a situação apresentada uma vez que busca, por meio da pesquisa e do embasamento teórico, fundamentar e orientar uma ação visando a solução para o problema. Aqui, o método será descrito apresentando o processo cíclico de cinco etapas: planejamento da pesquisa, coleta de dados, análise de dados, tomada de decisão e avaliação da ação. A sequência para a condução da pesquisa-ação baseia-se nos trabalhos de Westbrook (1995), Coughlan e Coughlan (2002) e Thiollent (2009) e pode ser observada na Figura 11.

Figura 11 – Estrutura para condução da pesquisa-ação



Fonte: Adaptado de Cauchick Miguel (2010)

A estrutura apresentada, ressalta o modo como na pesquisa-ação, os envolvidos desempenham um papel ativo na resolução dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas.

## 4. O ESTUDO DE CASO

O estudo de caso retrata o contexto onde o trabalho, seguindo o caráter empírico, procurou analisar e desenvolver soluções para a problemática evidenciada.

### 4.1. Competições de Eficiência Energética

A busca pela eficiência energética mostra-se cada dia mais intensa. Independente do setor, procura-se desempenhar uma função consumindo a menor quantidade de energia possível. No setor Automotivo não é diferente, carros que buscam alternativas para consumir menos combustível tornam-se tendência e começam a inovar o mercado.

Montadoras de todos os seguimentos investem progressivamente em pesquisa e desenvolvimento na proposta de produzir carros mais eficientes em termos energéticos: carros menores, motores elétricos, materiais mais leves, motores *downsizing*, formatos mais aerodinâmicos e diversas outras inovações e melhorias que objetivam a redução de consumo de combustível e emissão de poluentes.

Partindo desse princípio, surgiu a Shell Eco-marathon. Uma competição que desafia equipes de estudantes do mundo inteiro a projetar, construir e testar veículos ultra eficientes em termos energéticos. Com eventos anuais nas Américas, Europa e Ásia, os vencedores são os protótipos que percorrem a maior distância usando a menor quantidade de energia (SHELL, 2017).

Dividida nas categorias Elétrico, Gasolina, Diesel e Etanol, os protótipos desenvolvidos pelos estudantes passam por diversas provas de inspeção, onde são avaliados quesitos como design, estrutura, segurança, sistema de propulsão, dentre diversos outros. O objetivo é colocar a prova o projeto, manufatura e entendimento das equipes, a fim de garantir que os veículos estão seguros e aptos para irem para a pista.

Após receber os adesivos de aprovação na inspeção técnica e inspeção de segurança, os protótipos vão para a pista, onde devem percorrer um número fixo de voltas dentro de um tempo limite pré-estabelecido. Ao final a organização calcula o consumo e a eficiência de cada veículo e elege os vencedores. Outros prêmios além da autonomia também fazem parte do evento, como segurança, design, inovação e trabalho em equipe.

Similar ao evento organizado pela Shell, a Maratona Universitária da Eficiência Energética era disputada no Brasil entre os anos de 2004 e 2014 e era a segunda maior competição do gênero no mundo. Também com eventos anuais, seguia os mesmos princípios e regras da Shell, onde venciam as equipes cujo protótipo conseguia obter o menor consumo de energia dentre o número pré-estabelecido de voltas no circuito.

Em virtude do momento crítico vivenciado pela economia brasileira, a competição nacional perdeu seus principais patrocinadores e deixou de ser realizada desde o ano de 2015. Entretanto, a grande quantidade de estudantes e equipes com o ímpeto de seguir desenvolvendo os protótipos eficientes atraiu a atenção da Shell que, no ano seguinte, retomou os eventos anuais de eficiência energética através da Shell Eco-marathon Brasil.

As competições inspiram os futuros engenheiros a transformar sua visão de mobilidade sustentável em realidade, incentivando o debate sobre o que um dia um poderá ser aplicável à indústria automotiva.

#### **4.2. A Equipe Eficem**

Com o intuito de participar das competições de eficiência energética, alunos e professores de Engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina, do Campus de Joinville, criaram a equipe Eficem. Atualmente conta com cerca de quarenta integrantes e seis protótipos já desenvolvidos.

A equipe iniciou suas atividades em 2011, com o nome de Equipe Catarina. Com bastante dificuldade técnica e recursos bastante limitados, o primeiro protótipo a ser desenvolvido era provido de um chassi tubular de PVC, carenagem em chapas de polímero, motor elétrico com tração no pneu e uma bateria de chumbo.

Em 2012 a equipe, já mais experiente e com novos integrantes, desenvolveu um protótipo com chassi tubular de alumínio, carenagem em fibra de vidro e um motor elétrico de cubo, sendo a primeira no país a utilizar esta tecnologia. O projeto do carro foi totalmente desenvolvido em um *software* CAD e, com a mentalidade de sempre inovar e encontrar novas alternativas, a equipe obteve a terceira colocação no prêmio de projeto na competição nacional.

Para o ano seguinte, a equipe seguiu inovando. O conceito de carenagem monocoque, que será explicado adiante, foi amplamente estudado e deu origem à uma estrutura de isopor revestida em fibra de vidro. Um semi-chassi de alumínio foi concebido para suporte da roda traseira, bem como um envolto externo de chapas poliméricas termo formadas. Toda essa nova estrutura configurava o primeiro protótipo a gasolina, que contava com um motor de 1 cv

adaptado com injeção eletrônica. E novamente, com um projeto inovador e bem desenvolvido em *software* CAD, a equipe obteve a terceira colocação em prêmio de projetos na competição nacional.

Já com grande visibilidade no cenário nacional, a equipe conquistou novos patrocinadores e pôde investir de forma muito mais intensa no desenvolvimento e uso de novas tecnologias. Com uma equipe bastante diversificada, com alunos de diferentes cursos, tecnologias e métodos da engenharia naval foram empregados, dando origem a uma carenagem monocoque em fibra de carbono.

Em 2015 a equipe se planejou, foi aprovada nas etapas preliminares e, pela primeira vez, conseguiu participar da tão sonhada competição internacional. Com o conceito de desenvolver um protótipo simples e objetivo, a equipe levou para as ruas de Detroit um veículo elétrico extremamente compacto, que ganhou grande destaque como carro mais leve da competição.

No ano seguinte, após ter passado um ano inteiro desenvolvendo o projeto de um novo controlador para o motor elétrico, a equipe obteve a quinta colocação na categoria protótipo elétrico e ficou classificada com o protótipo mais eficiente da América Latina.

Apesar da incrível linha ascendente da equipe, o cenário político e financeiro brasileiro tronavam-se cada vez mais desfavorável. A equipe Eficem, mesmo com os excelentes resultados, perdeu alguns de seus patrocinadores e viu seu orçamento ficar cada vez mais limitado. Fato este que desmotivaria qualquer equipe e impediria a participação na Shell Eco-marathon. O transporte do protótipo de Joinville a Detroit representava um custo bastante expressivo e inviável naquele momento. Dessa forma, qual seria a solução? O grupo de estudantes deveria simplesmente desistir, após tanto trabalho e desenvolvimento?

Não, a equipe não desistiu. Com muita criatividade e empenho de todos, a solução foi encontrada. Desenvolver um protótipo desmontável. Ou seja, uma carenagem modular que desmontada enquadrar-se-ia como bagagem. E assim foi feito. A carenagem do protótipo de 2017 contemplava três partes: uma inferior, uma superior dianteira e uma superior traseira. As demais partes do carro, como rodas, sistema de direção, sistemas de freio, motor, controlador, baterias, cinto de segurança, sistema de telemetria, dentre outros, também foram desmontados e transportados dentro de malas. Para proteção das partes da carenagem, foram desenvolvidas estruturas de cano PVC termo formadas e laminadas com fibra de vidro, além do uso de plásticos e matérias de embalagem e isolamento.

Ao chegar aos Estados Unidos a equipe remontou o protótipo, realizou todos os testes necessários e após ter sido aprovada nas inspeções técnicas e de segurança, estava apta a ir para a pista.

Neste ano, mesmo com todas as dificuldades, a equipe superou a marca do ano anterior e conquistou a terceira colocação na categoria elétrica, tendo o protótipo mais eficiente da América Latina e o mais leve por três anos consecutivos.

Ainda em 2017, com o mesmo protótipo elétrico que teve grande destaque em Detroit, a equipe obteve a primeira colocação na Shell Eco-marathon Brasil, consagrando um trabalho contínuo e de muitos desafios.

### **4.3. O Setor Carenagem**

Estes resultados obtidos pela equipe são fruto de contínua evolução das tecnologias e métodos aplicados a fim de desenvolver protótipos de altíssima qualidade. A cada ano, a equipe evolui dentro dos diferentes setores, procurando aperfeiçoar cada parâmetro e desenvolvendo o conceito de criar carros eficientes. O setor Carenagem tem grande influência nessa perspectiva, sendo este o principal responsável pelo peso, estrutura, alinhamento e resistências aerodinâmicas aplicadas no veículo.

Carenagem, palavra proveniente do latim *carena* ou *carina*, remete ao formato do peito de pássaros voadores que era dado ao casco de embarcações. Este, por sua vez, é responsável por reduzir o atrito com a água, reduzindo a resistência ao movimento e proporcionando aumento de velocidade. Nos automóveis, pode ser entendida como a parte externa, cuja função possui grande semelhança à dos cascos das embarcações. Seu formato define o modo como será o escoamento do ar em seu entorno, e assim, influencia em seus modos de turbulência e coeficiente de arrasto respectivamente.

No caso de protótipos de eficiência energética, até os menores detalhes devem ser levados em consideração na concepção do projeto. O objetivo de reduzir ao máximo o consumo de energia eleva cada detalhe do veículo a níveis extremos. Porém, como conciliar pouca massa a uma estrutura rígida livre de deformações? E ainda, como encontrar o formato que proporcione a menor resistência aerodinâmica possível?

O conceito que a equipe tem aplicado a seus últimos protótipos é a carenagem monocoque. Essa estrutura compreende a função do chassi e da carenagem em uma única peça. A tecnologia dos materiais compósitos proporciona a rigidez necessária ao protótipo, suprimindo a função do chassi e eliminando o peso anteriormente agregado.

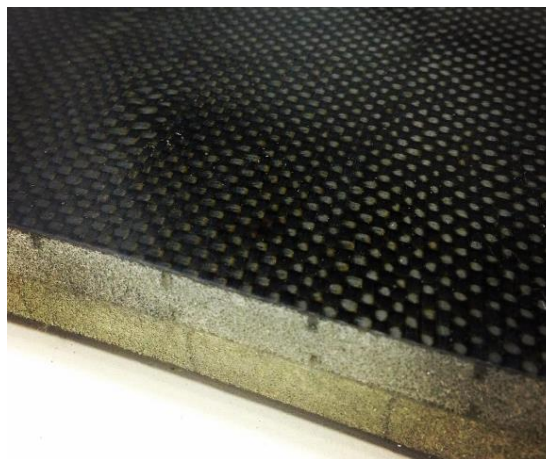
Segundo a American Society for Testing and Materials (ASTM), um material compósito pode ser definido como uma mistura física de dois ou mais materiais, combinados para formar um novo material de engenharia útil, com propriedades diferentes aos componentes puros, podendo ser obtidos por combinação de metais, cerâmicas ou polímeros. Ou seja, são materiais para aplicações tecnológicas que exigem combinações incomuns de propriedades, que não podem ser alcançadas por materiais poliméricos, cerâmicas e metálicos comuns. Ao invés de desenvolver um novo material que pode ou não ter as propriedades desejadas para uma determinada aplicação, modifica-se um material já existente, incorporando e combinando outros componentes (ASTM, 1951).

Muitos compósitos são constituídos por apenas duas fases, a matriz e a fase dispersa. Aquela é contínua e envolve a outra fase, tendo como funções, distribuir e transferir tensões mecânicas para as cargas, proteger a superfície da carga contra corrosão e ligar uma carga a outra. Já esta, representa a função de reforço, melhorando o desempenho mecânico da matriz, ou de enchimento, modificando as propriedades da matriz.

Para a fabricação de uma carenagem para protótipos de eficiência energética, materiais compósitos configuram uma excelente alternativa. A possibilidade de conciliar um material como a fibra de carbono a um núcleo inercial, como a espuma de PVC, tornaria possível a combinação de propriedades mecânicas e geométricas presentes nos mesmos.

Como pode ser observada na Figura 12, a fibra de carbono representa a matriz, de acordo com a sua alta resistência à tração. A espuma de PVC tem a função de criar uma espessura inercial e representar o elemento ligante entre as duas extremidades da estrutura, configurando assim, a fase dispersa.

Figura 12 – Estrutura de Material Compósito



Fonte: Autor (2017)



O emprego destes materiais, bem como o processo produtivo, é proveniente da engenharia naval. A técnica utilizada é a laminação sanduiche, onde a estrutura final é composta por camadas externas de fibra de carbono, o núcleo inercial de espuma de PVC. De acordo com estudos em resistência dos materiais e nos cálculos de flexão e torção, as forças aplicadas à peça estão concentradas em suas extremidades, o que justifica o uso do material com menor índice de deformação, a fibra de carbono, estar concentrado na extremidade da peça. A espessura ideal da peça é obtida através de cálculos e simulações, o que proporciona a rigidez e elimina as deformações estruturais do protótipo.

O desenvolvimento de um novo projeto de carenagem tem início nas premissas do projeto do protótipo. Os requerimentos e características do veículo devem ser levados em consideração, buscando soluções que conciliem os diferentes setores envolvidos. Todas as soluções presentes no protótipo devem estar de acordo com o regulamento do campeonato. A leitura e compreensão deste fazem-se necessária por todos os membros da equipe, a fim de assegurar a aprovação das inspeções técnicas e de segurança, além é claro da integridade do piloto. O modo de desenvolvimento de uma nova carenagem e toda a engenharia por trás deste processo serão detalhados adiante.

#### **4.4. Apresentação do Problema**

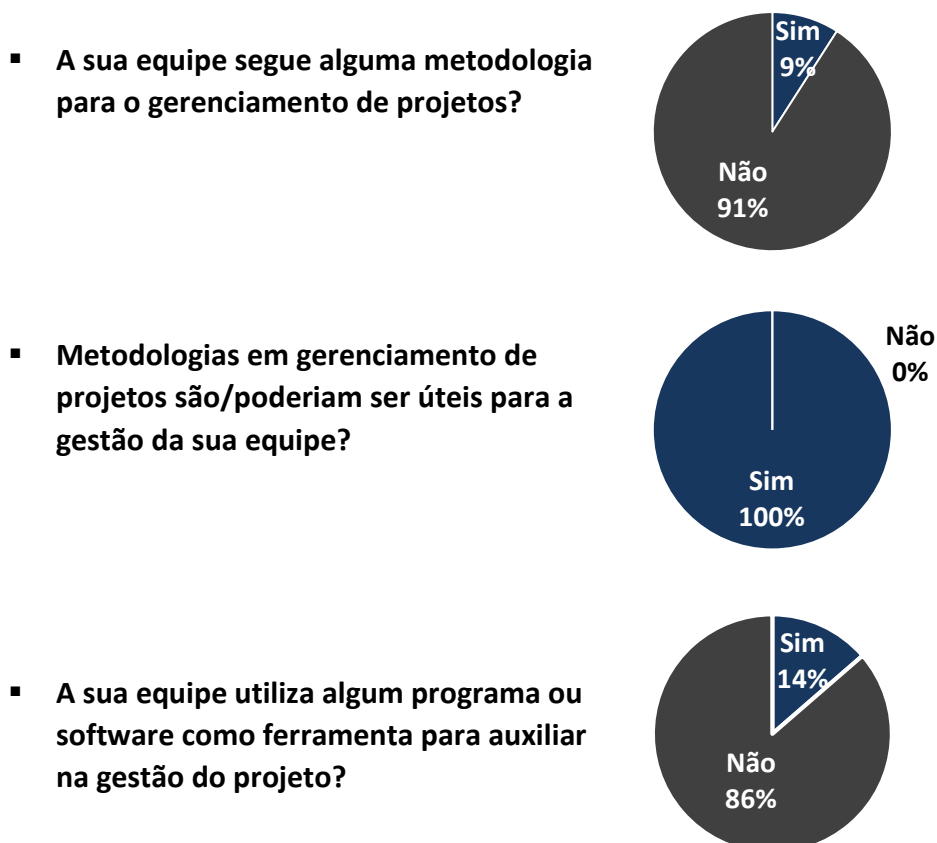
Em meio aos desafios técnicos, os projetos são constituídos por uma sucessão de atividades e tarefas desenvolvidas pelos membros da equipe, que precisam ser planejadas e coordenadas, a fim de garantir o cumprimento de prazos e a fabricação do protótipo ao final do processo. A concepção de organização e gerenciamento dos mesmos, entretanto, nunca foi anteriormente estudada e aplicada ao longo da existência da equipe Eficem. Tentativas de aplicar boas práticas eram eventualmente trazidas, principalmente para os laboratórios de fabricação, mas de maneira muito tímida. Assim, a negligência e a falta de conhecimento nessa área resultavam em cronogramas completamente desbalanceado, com elevadíssimas cargas de trabalho nas semanas que antecedia as competições, no improviso em soluções técnicas que deveriam ter sido cuidadosamente projetadas, na inconformidade de aplicações entre as tecnologias, na discordância entre tomadas de decisão pelos líderes e em diversos outros aspectos que evidenciavam a ineficácia e uma grande deficiência que a equipe detinha em seus projetos.

Conforme retificado ao início do trabalho, esse problema foi evidenciado não apenas internamente, mas também na grande maioria das outras equipes de projeto. Raros os casos em que as equipes tinham conhecimento sobre metodologias de gerenciamento de projetos e as aplicavam.

Para obtenção dessa informação, entretanto, foram empregadas as metodologias de pesquisa anteriormente apresentadas. Seguindo a estrutura proposta, o questionário foi planejado, visando algo que não fosse extenso ou maçante para quem fosse entrevistado, mas ao mesmo tempo, trouxesse como resultado, dados que traduzissem a realidade das equipes de projeto. Foram elaboradas três perguntas, para resposta afirmativa ou negativa, mas que davam margem à discussão sobre o tema. A pesquisa foi aplicada, em sua grande maioria, pessoalmente durante o próprio evento de eficiência energética. O cronograma e estrutura da competição permitiam amplo contato e troca de conhecimento com diversas equipes. Além desta abordagem, o alcance fez-se possível através da troca de mensagens por redes sociais e e-mails, possibilitando também o contato com equipes em outros momentos.

Na Figura 13 é possível verificar algumas das perguntas realizadas e os gráficos que informam as respostas obtidas.

Figura 13 – Pesquisa com equipes de projetos



Fonte: Autor (2017)

O universo da pesquisa contemplou cerca de vinte e duas equipes. Procurou-se analisar diferentes cenários, com equipes de eficiência energética nacionais, americanas, canadenses, colombianas, mexicanas, além é claro, de equipes de fórmula SAE e Baja. Os dados da pesquisa podem também ser conferidos no Apêndice A.

A etapa seguinte, de acordo com a estrutura estudada, é realizar a análise dos dados coletados. A pesquisa revelou que menos de dez por cento das equipes entrevistadas aplicam ou estão buscando colocar em prática metodologias de gerenciamento de projetos. Entretanto, de maneira unânime, todas concordaram que o uso e a organização de determinados métodos poderiam ser extremamente benéficos para seus projetos. Com uma ação futura pretendida, uma das perguntas se refere ao uso de algum aplicativo ou software para o gerenciamento, onde apenas quatorze por cento comentaram que utilizam.

A pesquisa, além de levantar dados quantitativos, procurou entrevistar alguns líderes e membros das equipes no intuito de registrar alguns relatos a respeito do assunto.

Alguns casos, encontrados na pequena porcentagem que afirmou que utiliza ou está buscando empregar ferramentas de gerenciamento em seus projetos foi analisada, a fim de entender o modo como estas são ou pretendem-se ser aplicadas.

O TCC de Costa (2016), por exemplo, apresenta como tema a Aplicação de Conceitos de Gestão de Projetos Relacionados ao Modelo *Stage-Gate*: O Caso do Projeto Fórmula SAE. Neste estudo, o autor propõe analisar a aplicação de sistemática em gestão de projeto na competição Fórmula SAE, o na qual alunos projetam e constroem carros de corrida, a fim de competirem com outras universidades. O trabalho evidencia a tratativa para melhorar a organização e gestão do projeto, objetivando melhores resultados na competição. O método de pesquisa adotado utiliza uma revisão teórica com o intuito de apresentar os principais temas incluídos na gestão de projetos.

Outra aplicação é na equipe Fórmula CEM, da UFSC do Centro Tecnológico de Joinville. Esta adotou métodos Ágeis para organizar as atividades e conseguir engajar os alunos a produzirem novos carros. Através do *framework* Scrum, a equipe aprimora a forma de materializar seus projetos, considerando a proposta de realizar pequenas entregas, de valor individual, que ao final agregam valor ao objetivo coletivo.

Estes, entretanto, são poucos casos encontrados que não revelam a realidade vivida pela grande maioria das equipes de projetos, conforme apontado pela pesquisa. O líder da equipe Duke University, dos Estados Unidos, por exemplo, comentou sobre a situação da sua equipe e sobre a utilidade de se empregar métodos e metodologias de gerenciamento em seus projetos:

Certamente o uso de metodologias de projetos seria útil para nossa equipe. Nós fizemos um trabalho muito fraco na administração este ano. O nosso carro mal conseguiu ser montado a tempo para a competição. Eu acho que 80% do trabalho foi feito por duas pessoas. Muitos desses problemas parecem de um clube de estudantes, não de uma classe de universitários ou de um grupo de trabalho. É preciso muita habilidade para ser extremamente útil na equipe. Tivemos um compromisso fraco da equipe em geral, e poucas pessoas estavam dispostas a assumir tarefas maiores e realmente aprender. Então, para nós, precisamos melhorar. É necessário que haja mais motivação e entusiasmo em torno do projeto, o que se tornará em uma maior dedicação. E, claro, mais organização e gerenciamento na fase do projeto são realmente necessários (GRADY, 2017, tradução nossa).

O líder da equipe Oregon, dos Estados Unidos, também relatou a sua experiência lidando com a organização e gerenciamento da sua equipe:

Para a nossa equipe, a parte mais difícil sobre o gerenciamento de projetos é o fato de sermos voluntários. Isso significa que, assim que algo com maior prioridade surgir, as pessoas param de trabalhar no projeto. Devido ao pequeno tamanho da equipe e à relativa simplicidade do veículo, normalmente temos um gerente de equipe responsável por completar o veículo. Isso significa que, sempre que um projeto surgir, ele pode delegar ou obter ajuda para concluí-lo. Em nenhum momento é completada uma parte do projeto sem o gerente da equipe. Se ele não está gerenciando pessoalmente cada parte do projeto, é fácil que algo seja esquecido e depois ficamos atrasados na linha do tempo. Isso requer muito compromisso de alguns alunos, mas normalmente apenas quatro ou cinco pessoas fazem noventa por cento do trabalho de qualquer maneira.

Eu acho que, devido à baixa confiabilidade no resultado do trabalho do time da equipe, é muito difícil criar uma linha de tempo mestre e delegar tarefas com datas de vencimento. Em vez disso, planejamos a fabricação do nosso veículo em uma fabricação baseada em um caminho crítico. Eu acho que, se houvesse uma maior confiança nos alunos, uma linha de tempo mestra com tarefas delegadas seria uma excelente solução (JONES, 2017, tradução nossa).

Neste contexto, fica evidente que a grande maioria das equipes se confrontava com as mesmas situações, algumas até chegando à criticidade de ir para a competição com seus protótipos ainda não terminados, ou ainda, de não conseguirem ir para a competição por esse motivo. Um relato frequente em muitas das entrevistas era como a falta de organização implicava em equipes ineficientes, onde poucos integrantes realizavam grande parte do trabalho, enquanto que os demais ficavam completamente ociosos.

A equipe Eficem, por diversas vezes, sofreu por essa falta de planejamento. O desenvolvimento do projeto e o trabalho era constante ao longo do ano, mas com pouca intensidade. Com a proximidade da competição, o acúmulo de tarefas e atividades era notório. O tempo, cada vez mais curto, impossibilitava a realização de todos os pontos necessários para conclusão dos protótipos da maneira pretendida. Forçando, de certa forma, longas e exaustivas

jornadas de trabalho nos laboratórios. O resultado desse processo, não poderia ser outro, se não o não atingimento das metas, ruins colocações nas competições e, em situações mais críticas, na falha de subsistemas dos protótipos.

Todavia, um problema pode ser identificado como uma grande oportunidade de melhoria. Assim, surgiu a ideia de desenvolver um modelo de gestão de projetos, tendo como objetivo apresentar uma proposta para o fluxo nos quais os projetos, independente do setor da equipe, poderiam ser gerenciados. A intenção é profissionalizar a equipe, fornecendo todo o suporte necessário aos membros envolvidos nos projetos, permitindo uma melhor organização e distribuição da carga de trabalho no período produtivo indicado.

## **5. PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MODELO DE GESTÃO**

O estudo de caso contempla o projeto para a nova carenagem dos protótipos da equipe Eficem. O objetivo é apresentar a proposta de aplicação do modelo de gestão, procurando organizar e prover uma melhor condução das atividades envolvidas.

Com relação à estrutura principal do modelo, após uma longa análise, optou-se por utilizar a estrutura sugerida pelo guia PMBOK. Esta configura uma alternativa que se enquadra no conceito proposto. Com a finalidade de organizar e transmitir ao grupo as etapas contempladas por um projeto, esta fornece uma visão macro do projeto, e permite assim uma maior facilidade de compreensão e aderência do grupo. Com ela, o gerente de projeto consegue passar ao grupo como será a dinâmica das entregas e a importância das mesmas para o atingimento do objetivo final.

Outros conceitos, métodos e metodologias, entretanto, não foram negligenciados. Alguns destes, anteriormente resumidos, também trazem excelentes alternativas e possibilidades à equipe de projetos. O resultado para a elaboração de um modelo, constitui uma união de diferentes ideias e ferramentas, a fim de apresentar algo que realmente possa ser aplicado e solucionar as deficiências que a equipe possuía, dentro do contexto de gerenciamento de projetos.

Neste capítulo, cada fase será apresentada e detalhada, evidenciando as etapas, concepções, ferramentas e documentos elaborados para este gerenciamento.

### **5.1. Iniciação**

Cada novo protótipo desenvolvido pela equipe é fruto de uma constante melhoria de seus projetos e processos. A cada ano e a cada competição, a equipe tem a oportunidade de analisar e procurar encontrar as chances de melhoria. Através das reuniões, a equipe analisa o que deu certo e o que deu errado em seus projetos passados. Os setores procuram entender onde é possível aplicar melhorias, a fim de obter como resultado protótipos cada vez mais eficientes, sendo essa a grande motivação.

A implementação de um modelo de gestão permitiu à equipe o uso de ferramentas e métodos para organizar, planejar e definir melhor os seus projetos. O projeto de um novo modelo de carenagem como estudo de caso, procurou integrar os cinco grupos de processos anteriormente vistos e estudados.

#### 5.1.1. Organograma

A equipe Eficem, conforme retificado anteriormente, teve seu início com poucos integrantes, de modo que cada um era responsável por uma parte do carro. Com o passar dos semestres, com constantes processos seletivos, a equipe foi crescendo, passando a ter cada vez mais integrantes. Em 2016 chegou a ter aproximadamente quarenta integrantes.

Em decorrência deste fato, houve a necessidade de uma organização matricial. Esta, por sua vez, espelhada em organizações vistas no meio profissional, procurou ordenar a equipe de acordo com as principais frentes de trabalho. Assim, surgiram os seis setores da equipe: Carenagem, Chassi, Gasolina, Elétrico, Administração e Marketing.

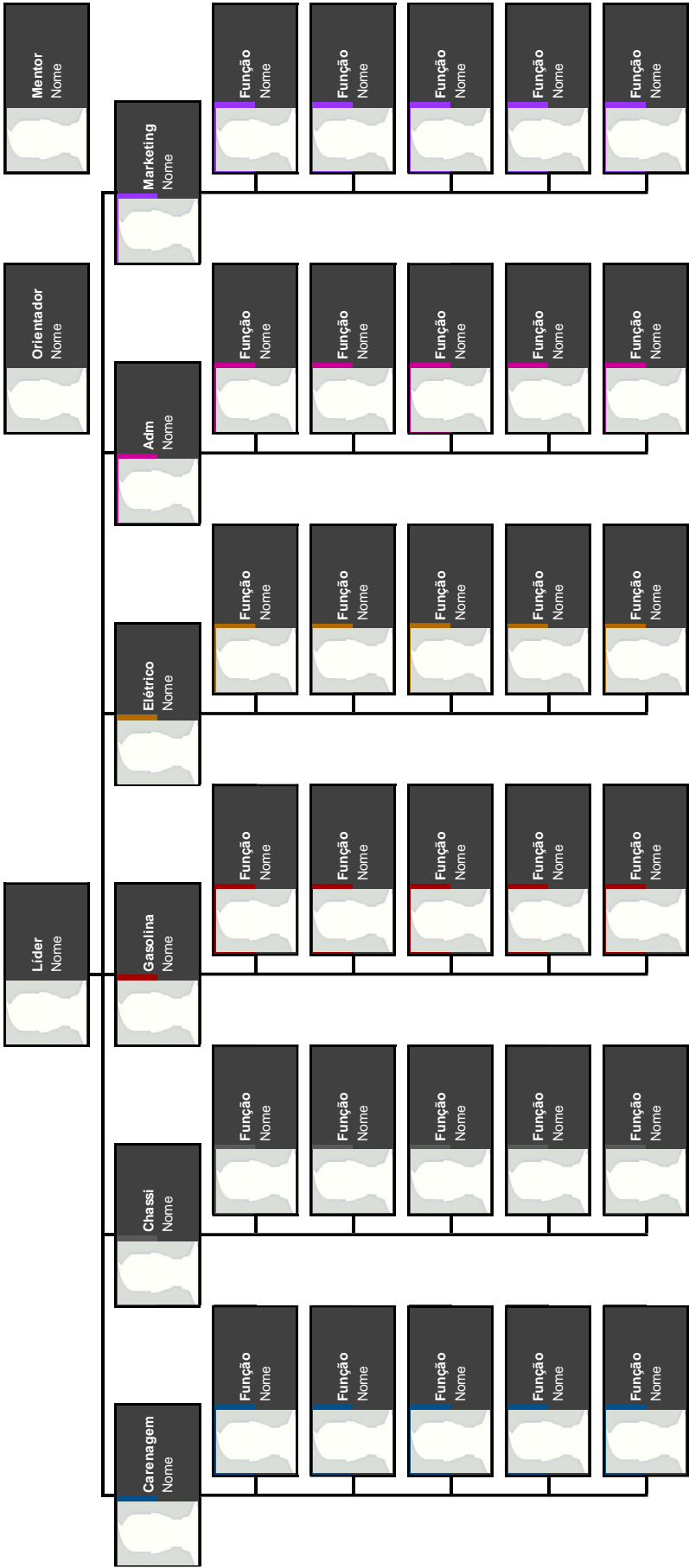
Mesmo ainda sem muito conhecimento em metodologias de gerenciamento de projetos, a equipe nomeou um líder geral e um líder para cada setor. O líder de cada setor possui integrantes abaixo dele, que compõe o setor, e é o responsável por dar as diretrizes do que deve ser feito e responder ao líder geral e professor orientador da equipe.

Para os processos seletivos, a equipe geralmente adotava os mesmos princípios, mas procurando aprimorar a cada ano. Estes eram feitos em três etapas:

- Após divulgação e abertura das vagas, os candidatos se inscreviam através de formulário online, dizendo nome, fase do curso, idade, qual setor tinha interesse e qual a motivação para entrar na equipe, além de outras.
- A etapa posterior, após pré-seleção dos candidatos, envolvia entrevistas presenciais, onde o líder geral, o líder do setor e o líder do administrativo tinham a oportunidade de realizar outras perguntas, anteriormente alinhadas, e conhecer melhor o candidato.
- A terceira etapa, caso o candidato tivesse sido aprovado na etapa anterior, envolvia uma pesquisa e uma apresentação. O candidato recebia um tema, relacionado ao setor, e tinha cerca de três dias para pesquisar e apresentar para o restante da equipe.

Assim, os líderes avaliavam e, de acordo com o resultado, aprovavam o novo integrante. Este, por sua vez, deveria ficar três meses no período avaliativo, para então tornar-se membro oficial da equipe. A equipe estruturou-se e se organiza atualmente, conforme pode ser visto na Figura 14.

Figura 14 – Organograma Equipe



Fonte: Autor (2017)



É importante enfatizar que o número de integrantes por setor, contemplados por este organograma, não necessariamente é definido por esta configuração. A definição exata cabe ao líder de cada setor e às necessidades encontradas em cada projeto. Cabe lembrar que os processos seletivos compreendem também períodos avaliativos para aprovação dos novos integrantes.

Assim, com a equipe devidamente definida, os membros pertencentes ao setor carenagem foram listados, e suas capacidades de carga de trabalho foram analisadas, sendo verificada a disponibilidade para se envolver com o projeto.

#### 5.1.2. Termo de Abertura do Projeto (TAP)

Com a equipe inicialmente definida, é realizada a reunião início do projeto, também conhecida como reunião de *Kick-off*. Essa reunião marca o início formal do projeto. O gerente de projeto tem a oportunidade de apresentar o termo de abertura do projeto e, juntamente ao grupo, definir os principais pontos deste documento.

O Termo de Abertura do Projeto contempla as principais informações necessárias na etapa inicial do projeto. Ele documenta as necessidades, as premissas, as restrições, o entendimento, os requisitos e o novo produto ou resultado que se pretende alcançar. Como principais tópicos, podem estar contidos:

- Finalidade ou justificativa do projeto;
- Objetivos mensuráveis do projeto e critérios de sucesso relacionados;
- Requisitos de alto nível;
- Premissas e restrições;
- Descrição de alto nível do projeto e seus limites;
- Riscos do cronograma de marcos;
- Resumo do orçamento;
- Lista das partes interessadas;
- Requisitos para aprovação do projeto;
- Gerente do projeto, responsabilidade, nível de autoridade designados;
- Nome e autoridade do patrocinador ou outras pessoas que autorizam o termo de abertura.








Para o caso estudado, uma equipe universitária de projetos, faz sentido alguns destes pontos estarem contemplados no documento e outros não. De maneira análoga, a tela presente no Modelo de Projetos Canvas também estudada, bem como sua aplicação em uma fase inicial

do projeto. Buscando alternativas e diferentes fontes, procurou-se analisar e desenvolver um termo de abertura que se enquadrasse à realidade e necessidades deste uso. O documento desenvolvido pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 – Termo de Abertura do Projeto

<b>Projeto:</b> Caranagem Eficem	<b>Time de projeto:</b> Líder do Projeto: - Nome 1 Equipe: - Nome 2 - Nome 3 - Nome 4 - Nome 5 - Nome 6 - Nome 7 - Nome 8
<b>Objetivo:</b> Desenvolver novo modelo de carenagem para os protótipos elétrico e gasolina da equipe Eficem.	
<b>Escopo:</b> - Dar as diretrizes para o desenvolvimento do projeto; - Coordenar as atividades e responsabilidades da equipe; - Estabelecer fluxo de trabalho; - Apresentar regularmente resultados de cada etapa concluída.	
<b>Estrutura de trabalho:</b> - Planejar grupos de processos do projeto; - Desenvolver novo design de carenagem, baseado nas premissas; - Aplicar simulações e revsões no modelo projetado; - Construir moldes; - Realizar laminações para fabricação da carenagem; - Dar suporte para a montagem do protótipo e ajustes neessários.	<b>Recursos:</b> - Acesso da equipe ao laboratório de informática e aos computadores; - Acesso ao Bloco C e ao espaço produtivo da equipe.

<b>Etapas/Milestones:</b>	08/17   10/17   12/17   02/18   04/18
1. Iniciação	
2. Planejamento e Modelagem	
3. Modelo CAD	
4. Molde	
5. Fabricação Carenagem	
6. Carenagem Pronta	
7. Montagem do Protótipo e Encerramento	

<b>Resultado esperado:</b> Obter novo modelo de carenagem que atenda de maneira satisfatória aos requisitos do projeto.
--

<b>Líder da Equipe</b>	<b>Professor Orientador</b>	<b>Líder do Projeto</b>

Fonte: Autor (2017)

Com o termo elaborado, o próximo passo é apresentar e coletar a assinatura de quem deve autorizar o projeto. Em uma empresa, dependendo da dimensão do projeto e das áreas impactadas, gerentes, diretores e talvez até o presidente da planta precisem assiná-lo. No caso

da equipe de eficiência energética, as assinaturas para um projeto desse porte restringem-se ao líder geral da equipe, ao professor orientador e ao líder do projeto.

Como etapa inicial, a equipe deverá formular as ideias iniciais do projeto, bem como fazer pré-alinhamentos de responsabilidades e divisão de atividades. Técnicas de facilitação são amplamente utilizadas neste processo. *Brainstorming*, resolução de conflitos, solução de problemas e gerenciamento de reuniões são exemplos de técnicas que ajudam as equipes e pessoas a planejar, organizar e realizar as atividades do projeto.

## 5.2. Planejamento

O Planejamento para o projeto da nova carenagem foi desenvolvido com extremo cuidado e atenção, sendo este um dos principais responsáveis pelo sucesso do mesmo. Neste grupo de processos, procurou-se explorar o conceito do modelo de gestão de projetos em duas etapas principais.

A primeira abordagem refere-se ao planejamento e estruturação do projeto, envolvendo a Estrutura Analítica, o Cronograma e o Fluxograma. Com essas três ferramentas, o líder torna-se apto a passar ao time do projeto o conceito e a forma como o projeto será estruturado e gerido em sua vida útil.

O segundo bloco de planejamento está, por sua vez, diretamente relacionado ao produto. Aqui, busca-se compreender e buscar soluções para os problemas de natureza técnica contemplados pelo setor de aplicação, no caso o da Carenagem. Como fase inicial, o planejamento é direcionado para a elaboração do Projeto Informacional e Conceitual, que servirão de entrada para a modelagem da nova carenagem pretendida.

### 5.2.1. Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto é o primeiro passo no planejamento de um projeto. É uma ferramenta técnica que envolve a decomposição hierárquica do trabalho para atingir os objetivos do projeto e gerar as entregas exigidas. A EAP, também conhecida como WBS do inglês *Work Breakdown Structure*, organiza e define o escopo geral do projeto; no entanto, não é funcional quando é transformada em uma lista de centenas de atividades que exigem que uma ou mais pessoas atualizem periodicamente.

Na fase de planejamento, uma lista torna-se ineficiente, sendo que pontos importantes podem ser esquecidos e a inserção de novos promoveria a necessidade de constante revisão.

Portanto, busca-se dividir o escopo do projeto em blocos menores, o que fornece à equipe um detalhamento do geral, para o específico. Este processo, quando abordado desta maneira, facilita a compreensão e estimula o engajamento de todos.

O objetivo do desenvolvimento de uma EAP é utilizá-la como uma ferramenta de trabalho diário e não como um documento atualizado uma vez por ano para justificar os custos do projeto. Para que esta seja um documento útil, precisa ser facilmente modificada, que se concentre em resultados que são definidos pelo SMART, que foram projetados ou aprovados pela equipe responsável na fase de iniciação do projeto. A EAP não deve incluir atividades diretamente, mas sim um nível mais alto, chamado de pacotes de trabalho. A definição das atividades e seu gerenciamento são realizados na preparação do cronograma. O pacote de trabalho, o último nível incluído na estrutura, tem uma duração e custo que podem ser estimados, monitorados e controlados. Outra característica do pacote de trabalho é que ele pode ser usado para atribuir responsabilidade. Não há nenhuma regra quanto ao número de níveis que podem ser inseridos, no entanto, são recomendados três a cinco níveis. A equipe do projeto decide o nível de detalhe exigido, com base na complexidade do projeto. A EAP não representa a execução sequencial, mas uma organização hierárquica dos resultados do projeto. Aqui, verbos, horários, custos ou recursos não devem ser incluídos.

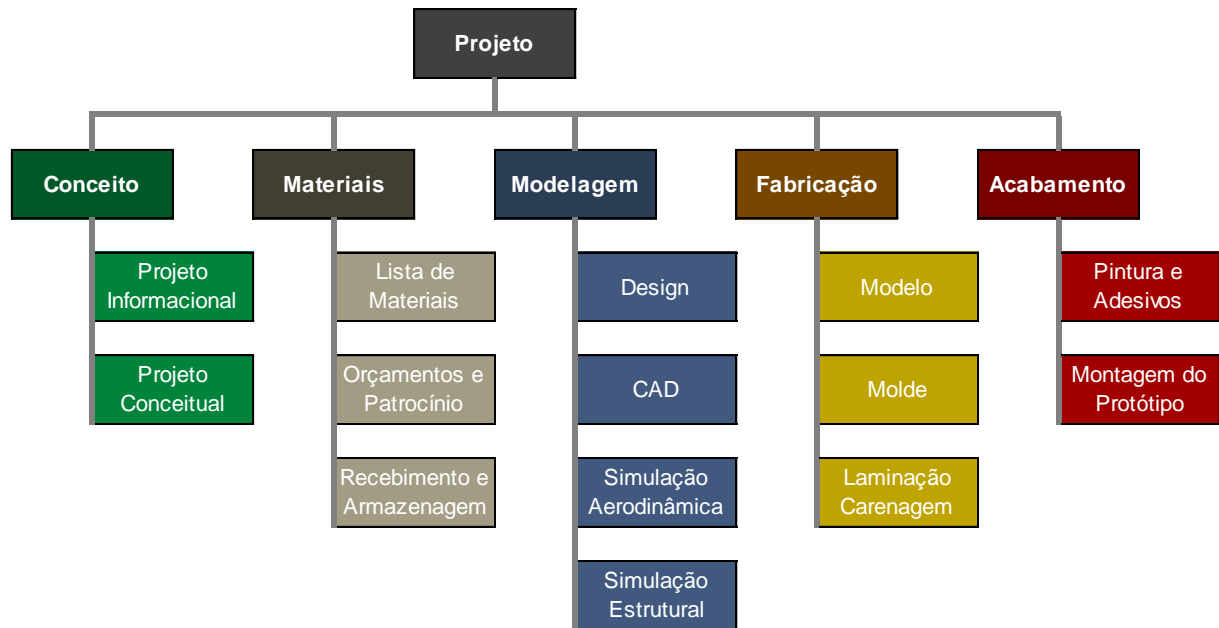
Criar a EAP não é um exercício ou trabalho para apenas uma pessoa. Para alcançar um resultado efetivo, a equipe do projeto e outras partes interessadas devem participar para que todos possam identificar todos componentes de acordo com o tipo de trabalho. O gerente do projeto deve ter certeza de obter o apoio das pessoas que entendem melhor o projeto e seus detalhes técnicos durante esse processo de desenvolvimento.

A equipe do projeto começa a quebrar as atividades, partindo do objetivo final até chegarem ao nível dos pacotes de trabalho. Uma estrutura que pode facilitar a ordenação dos diferentes níveis pode ser observada a seguinte:

- Objetivo do projeto: o impacto desejado dos componentes do projeto.
- Componentes: o conjunto de saídas agrupadas por tipo.
- Saídas: o resultado das entregas do projeto.
- Entregas: os serviços, produtos ou trabalhos que o projeto cria por meio de pacotes de trabalho.
- Pacotes de trabalho: grupo de atividades e tarefas que são executadas para criar as entregas do projeto. Este é o nível mais baixo definido.

Com o princípio bem claro e seguindo este raciocínio, a equipe da carenagem desenvolveu a EAP para o novo projeto, conforme pode ser verificada na Figura 16.

Figura 16 – Estrutura Analítica do Projeto



Fonte: Autor (2017)

Como resultado, a equipe de projeto obteve a lista hierárquica de todos os trabalhos necessários na forma de entregas e pacotes de trabalho. É importante enfatizar que na EAP, uma entrega é o resultado do esforço, não o esforço em si. Por isso que não devem ser utilizados verbos em sua preparação. Esta lista é uma linha de base que permite que os tempos e os custos do projeto sejam posteriormente estimados. Além disso, a EAP ajuda a estabelecer o relacionamento de cada pacote de trabalho com o objetivo final e a identificar o trabalho necessário para realizar o projeto.

### 5.2.2. Cronograma

Um cronograma é mais do que simplesmente a somatória dos tempos das atividades de um projeto, este apresenta toda a sequência cronológica e os passos a seguir para alcançar os resultados. Dado que o tempo é uma das restrições de projeto mais importantes, o cronograma trona-se a ferramenta que o gerente usará com maior frequência, não só para controlar o progresso do projeto, mas também para realizar análises e fazer ajustes conforme necessário.

Para elaboração do cronograma, primeiramente as atividades apontadas na Estrutura Analítica de Projeto devem ser analisadas. Esta análise deve questionar a duração de cada atividade e as suas correlações sequenciais. Ou seja, através das etapas chave, deve haver um entendimento de quais atividades precisam ser iniciadas com antecedência e quais deverão

ser terminadas para tornar possível que outras se iniciem. A sucessão e ordem cronológica das atividades devem ser extremamente bem planejadas e definidas.

O cronograma deve conter estimativas realistas de datas e durações, para assim tornar possível a aderência e adequação da equipe ao mesmo. A data final de entrega permite previsões e, possivelmente, a definição do início do projeto.

As entradas para elaboração do cronograma devem levar em consideração os seguintes pontos como a Estrutura Analítica de Projeto, que organiza e define o escopo geral do projeto. As restrições, que são fatores que limitam as opções da equipe do projeto; por exemplo, a data final do projeto é uma restrição que limita as opções da equipe. As dependências externas, que podem ser obrigatórios, discricionários ou externos, ou seja, fora do controle da equipe do projeto. E o calendário de recursos: é a disponibilidade de recursos para serem usados durante o projeto.

A estimativa de duração de cada atividade não é algo simples de ser determinado e sua importância, tampouco, deve ser negligenciada. Com base na lista de pacotes de trabalho identificados no último nível da Estrutura Analítica de Projeto, o gerente do projeto e a equipe começam a estimar a duração de cada atividade. As técnicas mais frequentes usadas para estimar a duração da atividade são:

- Opinião de especialistas: com base em experiências anteriores, os especialistas podem fornecer estimativas de duração de cada atividade. Esta técnica é útil para as atividades nas quais a equipe tem experiência significativa.
- Estimativa análoga: Esta técnica estima uma duração ou custo de atividade/projeto usando informações históricas. Ele usa parâmetros que são semelhantes aos de um projeto anterior, como duração, orçamento e complexidade. Em geral, custa menos do que outras técnicas, mas é menos exata.
- Estimativa paramétrica: usa uma relação estatística entre dados históricos e outras variáveis para calcular uma estimativa dos parâmetros de atividade, como custo, orçamento e duração, por exemplo, horas-homem ou metros quadrados. Esta técnica pode atingir níveis maiores de exatidão, mas leva mais tempo e é mais dispendioso.
- Técnica de três pontos: pode atingir maior precisão levando em consideração o nível de incerteza e risco. Para realizar esta estimativa, o método PERT é usado, no qual a duração esperada é calculada usando a seguinte fórmula:

$$De = \frac{(O + 4M + P)}{6}$$

Onde:

- De: Duração esperada;
- O: Duração otimista;
- M: Duração mais provável ou realista;
- P: Duração pessimista.

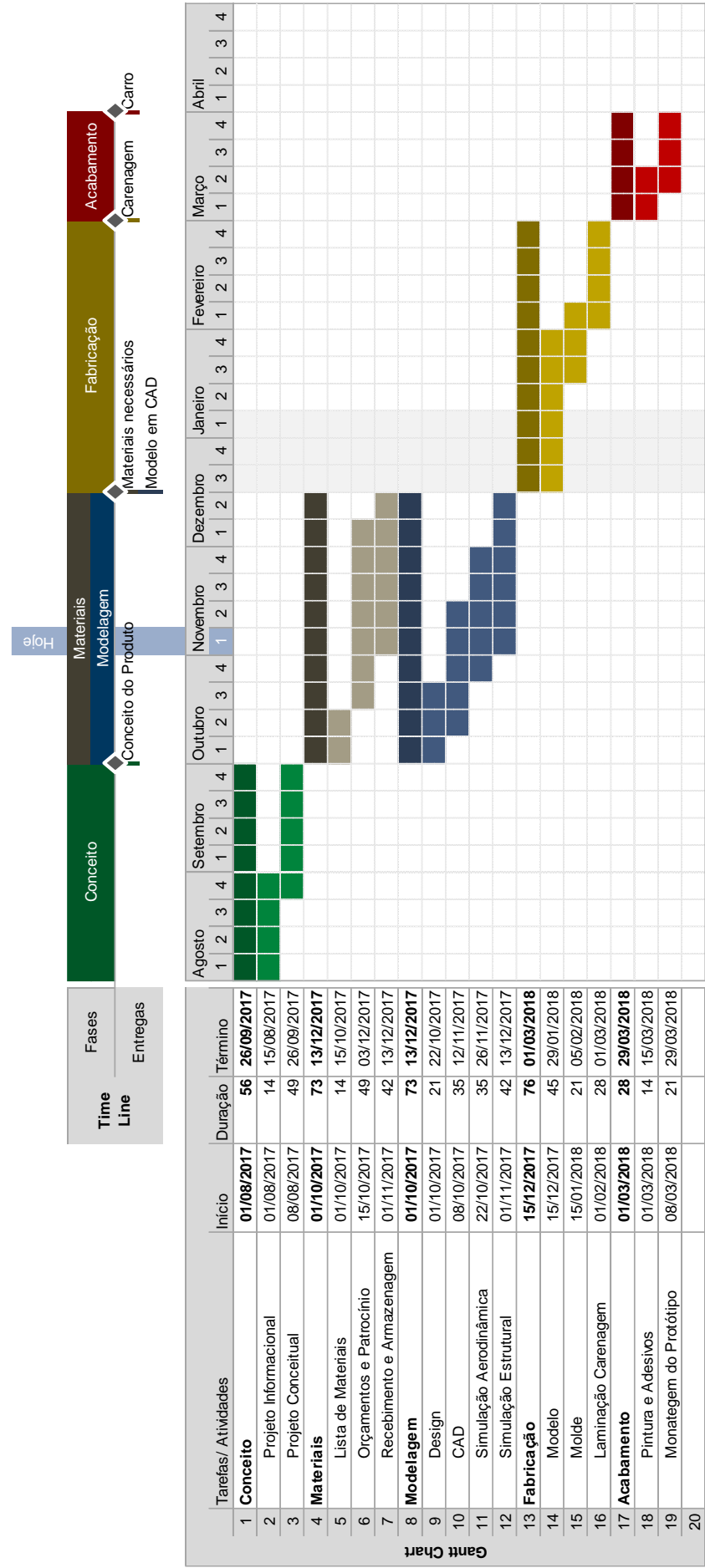
Além disso, para determinar as estimativas de duração, reservas de contingência devem ser incluídas. Esta pode ser uma porcentagem da duração esperada de uma atividade, uma quantidade fixa de períodos de trabalho ou pode ser calculada através da análise dos riscos do projeto. Com o andamento do projeto e à medida que melhores informações estiverem disponíveis, a reserva pode ser usada, reduzida ou eliminada.

O próximo passo é estabelecer a sequência lógica das atividades. Esta deve ser cuidadosamente definida, uma vez que servirá de suporte e guia para o projeto tornar-se realista e realizável. A sequência também determina as dependências entre atividades, isto é, há atividades que não podem ser iniciadas até que a atividade anterior tenha sido concluída.

Para representar o cronograma, uma ferramenta amplamente utilizada é o gráfico de Gantt. Este contempla uma representação gráfica que evidencia a quantidade estimada de tempo para as diferentes atividades em todo o projeto. É frequentemente usado para mostrar o cronograma do projeto para os envolvidos, pela sua facilidade de compreensão quando representado graficamente. Basicamente, o diagrama é composto por um eixo vertical, no qual as atividades que representam o trabalho a ser executado são mostradas e um eixo horizontal que mostra a duração de cada uma das atividades em um calendário. Cada atividade é mostrada usando uma barra ou uma linha que mostra o início e fim de cada atividade, os grupos de atividades relacionados e as dependências entre eles.

A Figura 17 mostra o gráfico de Gantt desenvolvido pela equipe, que detalha o cronograma do projeto.

Figura 17 – Cronograma do Projeto



Fonte: Autor (2017)



O cronograma para o projeto da carenagem foi dividido em cinco etapas principais, de acordo com as entradas fornecidas pela Estrutura Analítica de Projeto. É importante enfatizar que essas etapas não necessariamente são os grupos de processos anteriormente apresentados. Com certeza, elas estão inseridas neles, mas não de maneira respectiva.

### 5.2.3. Fluxograma

Outra ferramenta empregada na fase de planejamento do projeto foi o fluxograma. Esta representação esquemática tem como objetivo apresentar de forma clara e descomplicada o fluxo de transição de informações entre os elementos que o compõe. A ideia é planificar e representar a sequência operacional de desenvolvimento do projeto. Cada etapa e entrega, anteriormente previstas na EAP, estão sequenciadas aqui para uma melhor compreensão da equipe de projeto.

Dentre as principais razões para se aplicar um fluxograma, podem ser listadas:

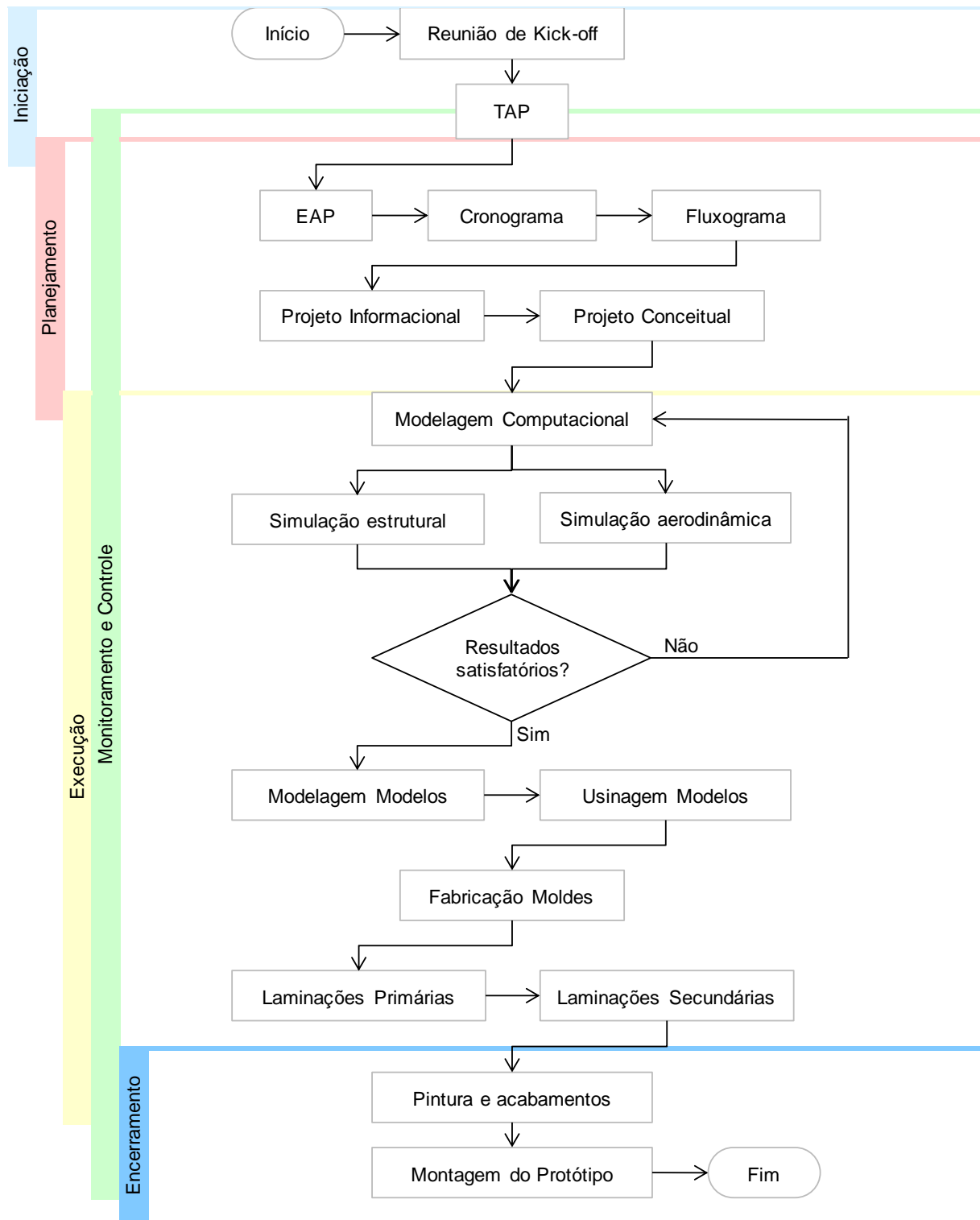
- Facilitar o aprendizado da equipe sobre o processo que está sendo analisado;
- Tornar o processo atual visível;
- Mostrar as responsabilidades e relações entre etapas e áreas envolvidas no processo;
- Permitir identificar etapas que não agregam valor;
- Permitir identificar gargalos, complexidades, atrasos, ineficiências e desperdícios;
- Permitir medir o tempo de ciclo de atividades;
- Identificar oportunidade de reduzir custos de processamento;
- Identificar *quick wins*, melhorias visíveis, com benefício imediato e que podem ser entregues rapidamente.

Existem diversos programas e aplicativos que fornecem ferramentas para criação de fluxogramas. Entretanto, na proposta de desenvolver um modelo passivo de ser aplicado pela equipe, independente da aquisição de programas e licenças, procurou-se desenvolver o fluxograma no Excel, ferramenta, conforme retificado anteriormente, acessível por todos os integrantes da equipe e alunos.

O mapeamento do processo por meio do fluxograma é uma importante estratégia de diagnóstico para projetos de melhoria. Um fluxograma bem elaborado é fundamental para que a equipe consiga compreender como os processos devem funcionar e entender a correlação de uma atividade ou uma entrega com as demais, sucessoras ou antecessoras.

O fluxograma desenvolvido para o projeto pode ser verificado na Figura 18.

Figura 18 – Fluxograma do Projeto



Fonte: Autor (2017)

Cabe indicar aqui que no momento de escrita do trabalho, o projeto encontrava-se na fase de modelagem e simulações, com a geometria ainda não totalmente definida.

#### 5.2.4. Projeto Informacional e Conceitual

O projeto informacional tem como objetivo levantar as informações que servirão de base e serão transformadas, posteriormente, nos requisitos do projeto. De modo geral, no processo de desenvolvimento de um novo produto, os engenheiros buscam essas informações no próprio público alvo. Através de pesquisas é possível levantar as necessidades dos clientes e dessa forma direcionar as soluções para suprir esses requisitos. Uma ferramenta amplamente utilizada é a matriz QFD.

No caso da equipe Eficem, mais especificamente no projeto da nova carenagem, o uso dessa ferramenta foi considerado, entretanto, sua aplicação não teria a mesma eficácia que em outras situações, uma vez que o fluxo de desenvolvimento é de certa forma o inverso. Com uma equipe já bastante experiente, os requisitos para os novos projetos, partem de premissas e análises realizadas em cima de projetos anteriores. O fluxo de conhecimento provém de constantes revisões e melhorias de tecnologias que, a cada novo projeto, são levadas ao extremo, objetivando desenvolver protótipos cada vez mais eficientes. Processos de benchmarking e troca de experiência com outras equipes também configuram uma fonte interessante, uma vez que, embora estiverem competindo, o principal objetivo é o aprendizado e formação dos estudantes e futuros engenheiros.

Dessa forma, foi realizado um *brainstorming* com a equipe de projeto, e os requisitos para a nova carenagem foram apontados:

- Compreender fisicamente todos os sistemas e componentes do carro: sistema de direção, sistema de propulsão sendo gasolina ou elétrico, sistema de transmissão, sistema de telemetria, rodas e suportes, para-brisa, janelas laterais, retrovisores, corta-fogo, cinto de segurança cinco pontos, extintor de incêndio, BMS, baterias, controlador, tanque de combustível, freios e suporte, dentre outros;
- Acomodar piloto, segundo as dimensões padrões, aferidas de acordo com a análise da média entre tamanhos de possíveis pilotos da equipe, medidos fisicamente;
- Fornecer estrutura rígida isenta de deformações;
- Proporcionar aerodinâmica satisfatória, com menor coeficiente de arrasto, o  $C_d$ , possível;
- Ser desmontável, possibilitando o transporte do veículo para as competições nacionais e internacionais;
- Compreender as mesmas dimensões, para os diferentes modos de propulsão, protótipo gasolina, protótipo elétrico e protótipo etanol;

- Possuir fácil modo de abertura, interno e externo, permitindo a saída do piloto em dez segundos;
- Contemplar fabricação viável aos recursos disponibilizados.

Além destes, diversos outros requisitos para a concepção da nova carenagem são facilmente acessados pelo regulamento oficial da competição que a equipe participa, cujo recebe atualizações anuais. Inúmeros itens e aspectos serão avaliados nas inspeções técnicas e de segurança, e o carro só tem a permissão de ir para pista quando todos os itens tiverem sido aprovados. A leitura do regulamento, em especial do Capítulo 3, sobre o design do veículo, é mandatória para todos os integrantes do projeto. Nele estão contidas informações como dimensões, estrutura, modo construtivo, características, dentre outras. Um fragmento do regulamento, versão 2017, pg. 14-20, pertinente às características e especificações da carenagem, pode ser conferido no Anexo A. Além do regulamento, a equipe técnica do evento também disponibiliza vídeos instrutivos e oferece suporte por e-mail para quaisquer dúvidas que surgirem no desenvolvimento do protótipo.

Durante a fase de projeto conceitual, as atividades estão relacionadas com a busca, criação, representação e seleção de soluções para o problema de projeto. Inicialmente, define-se a função global do produto que, em seguida, é desdobrada em várias estruturas de funções até que uma seja selecionada, o que define a modelagem funcional procurada. Para cada uma das funções são geradas alternativas de solução. Para cada alternativa, é definida uma arquitetura que contém a estrutura do produto, em termos de seus componentes e conexões. Tais arquiteturas são mais bem desenvolvidas dando origem às concepções. Estas passarão por um processo de seleção para apontar aquela que melhor atende as especificações ou meta do produto (ROZENFELD et al., 2006).

As funções do produto descrevem as capacidades desejadas ou necessárias que tornarão o produto capaz de desempenhar seus objetivos e especificações. Uma das técnicas utilizadas para a geração do conceito é a matriz morfológica. Através dela é possível combinar diferentes princípios de solução para atender aos requisitos de projetos levantados anteriormente, definindo assim, ao final da análise, as características determinantes na concepção do projeto. Assim, análise foi desenvolvida de maneira sistemática, como pode ser observada na tabela contida no Apêndice B. Após elaborar os princípios de solução para cada função específica, foi discutido qual seria a melhor combinação, e então, destacada na tabela.

A seleção dos princípios de solução é proveniente de critérios de análises, literaturas, pesquisas, testes e simulações. Abaixo, estão listados os princípios que posteriormente

fomentaram o embasamento para modelagem e desenvolvimento do projeto da nova carenagem. Alguns deles combinam mais de uma função em um único princípio.

- Acomodar piloto: para a definição da posição de pilotagem, alguns critérios foram decisivos. A segurança e integridade do piloto são mandatórios. Respeitando isso e procurando atender às exigências presentes no regulamento da competição, a definição culminou para a correlação deste ponto com a área frontal do veículo, que impacta diretamente na aerodinâmica do veículo. Se o piloto ficar sentado, a área tende a ser grande, com um protótipo mais alto necessariamente. Já com o piloto deitado, com as costas no assoalho, apenas com a cabeça acomodada possibilitando sua visão, a área frontal reduz drasticamente, resultando em uma melhor aerodinâmica. Portanto esta última, tornou-se a posição adequada. Com relação às pernas do piloto, poderiam ficar esticadas, ou flexionadas. Essa decisão envolve o arranjo físico da carenagem, suas dimensões e o projeto da direção. Dessa forma, em maneira conjunta com o setor Chassi, a solução ideal encontrada foi com as pernas do piloto flexionadas, em um ângulo de  $90^\circ$ , por cima do sistema de direção. Possibilitando uma boa ergonomia com o sistema de atuação da direção e configurando um protótipo compacto, o que resulta na redução de peso e melhoria da aerodinâmica. Na Figura 19, é possível observar a diferença de dimensões entre as duas posições de pilotagem analisadas.

Figura 19 – Posição de Pilotagem



Fonte: Autor (2017)

- Compreender os componentes e fornecer estrutura rígida: o chassi é a estrutura fundamental dos veículos. Ela é responsável por fornecer o suporte para todos os componentes, além, é claro por comportar o piloto. Para esta função foram relacionados e analisados o uso de chassi tubular de metal ou um monocoque de materiais compósitos. O princípio de solução para esta situação, conforme já comentado, foi o monocoque, sendo esta a opção mais interessante, uma vez que atende a premissa de aliar alta resistência mecânica ao baixo peso. Os materiais utilizados nessa concepção serão esclarecidos em item posterior. Cabe ressaltar que este é um princípio de solução,

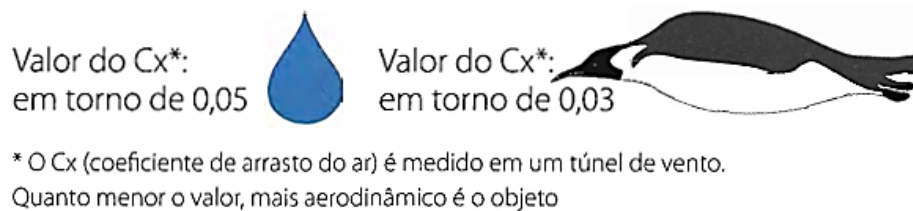
que será amplamente testado e simulado para então poder ser aprovado e aplicado ao produto final.

- Isolar o piloto do ambiente externo: Para a fabricação de uma carenagem monocoque, materiais compósitos configuram uma excelente alternativa. A possibilidade de conciliar um material como a fibra a um núcleo inercial, como a espuma de PVC, torna possível a combinação perfeita de propriedades mecânicas e geométricas presentes em cada um. Com o objetivo de aumentar a rigidez e resistência de materiais compósitos avançados leves, o estudo e utilização da fibra de carbono foram intensificados. Comumente utilizados em aeronaves, equipamentos de recreação e aplicações industriais de alto desempenho, este material configura uma variedade de produtos filamentosos compostos por mais de 90% de carbono e filamentos de cinco a quinze  $\mu\text{m}$  de diâmetro, produzidos pela pirólise da poliacrilonitrila (PAN), piche ou rayon (LUBIN, 1969). Adicionalmente, Fibras de carbono são referidas normalmente como fibras de grafite, entretanto somente fibras de carbono de elevado módulo de elasticidade com estrutura de grafite tridimensional podem ser denominadas propriamente fibras de grafite. Em virtude de as fibras de carbono possuírem elevados valores de resistência à tração, módulo de elasticidade extremamente elevado e baixa massa específica, comparadas com outros materiais de engenharia, são utilizadas predominantemente em aplicações críticas envolvendo redução de massa. As fibras de carbono comercialmente disponíveis podem duplicar seus valores de módulo de elasticidade em relação às outras fibras de reforço, tais como aramida e vidro S, e exceder os metais em resistência à tração. Quando se utilizam materiais compósitos de fibras de carbono, a sua resistência e módulo de elasticidade podem ser orientados de modo otimizado para minimizar a massa final. Além da resistência e rigidez, as fibras de carbono possuem excelente resistência à fadiga, características de amortecimento de vibrações, resistência térmica e estabilidade dimensional. As fibras de carbono possuem também boa resistência elétrica e térmica e são quimicamente inertes, exceto quanto à oxidação (CALLISTER, 1997).
- Contemplar fabricação viável: A laminação, além de resultar em uma estrutura que atende aos princípios do projeto, um carro leve e resistente, apresenta um custo não tão elevado. A partir de um molde, também confeccionado em fibra, é possível produzir inúmeros monocoques. Levando em consideração a produção de carenagem para os protótipos elétricos e a combustão, esta se torna uma opção extremamente interessante. Para a otimização do processo, a laminação a vácuo fornece o melhor resultado e é uma

tecnologia que já vem sendo empregada pela equipe com bastante propriedade, além de já possuir bomba a vácuo, necessária para este processo.

- Proporcionar baixo coeficiente de arrasto: Por um longo período a gota d'água foi considerada a forma mais aerodinâmica da natureza, hoje se reconhece que o pinguim é mais eficiente: quando a gota d'água cai, a parte frontal é mais larga, enquanto no pinguim ela fica mais para trás. Vistos somente do ponto de vista aerodinâmico, a água e o ar diferem apenas pela sua densidade, sendo por isso que o pinguim pode ser utilizado para comparação (SAEBRASIL, 2012). Como pode ser observado, na Figura 20, o coeficiente de arrasto do pinguim é menor quando comparado ao da gota d'água. Dessa forma, de maneira totalmente inovadora e buscando o menor coeficiente de arrasto possível, a concepção do design da nova carenagem procurou reproduzir as linhas observadas em pinguins.

Figura 20 – Comparativo Coeficiente de arrasto gota d'água e pinguim



Fonte: SAE Brasil (2012, p. 33)

- Proporcionar escoamento aerodinâmico satisfatório: sabendo que a área frontal do veículo é diretamente proporcional ao coeficiente de arrasto e possui grande influencia sob o mesmo, procurou-se estudar qual seria a melhor configuração para evitar um escoamento turbulento ao redor da carenagem. Por um lado, as rodas dianteiras sendo externas à carenagem, poderiam configurar uma área frontal reduzida. Por outro lado, entretanto, a perturbação do escoamento na carenagem principal causado pelas rodas sendo externas, seria extremamente prejudicial para a aerodinâmica, mesmo estas sendo configuradas com pequenas carenagens em seu entorno. Além do estudo de bibliografias sobre o assunto, foram realizadas diversas simulações aerodinâmicas em *software* específico, comprovando o princípio de solução.
- Proporcionar identidade visual: Em conjunto com o setor de Marketing da equipe, foi identificada a necessidade de desenvolver uma arte que proporcionasse destaque ao quesito visual do protótipo. Além disso, a cor escura da fibra resulta em temperaturas extremamente elevadas, quando exposta ao sol, o que se torna prejudicial ao piloto e aos sistemas presentes. Uma pintura, entretanto, poderia acrescentar cerca de 10% ao

seu peso total. O princípio de solução encontrado envolve a técnica de aplicação de película adesiva, também conhecida como envelopamento automotivo. Assim, é possível alterar a cor externa do protótipo, sem acrescentar massa relativa.

#### 5.2.5. Orçamento

Um dos limitantes de um projeto pode ser facilmente identificado pelo orçamento. Este aspecto em um meio industrial representa por muitas vezes, se não, indiretamente, na maioria delas, a principal justificativa para a permissão ou rejeição de um projeto.

Em uma equipe de competição universitária a realidade, entretanto, certamente é outra. Não com o viés de prosperar financeira e economicamente, obtendo lucros, mas sim de conseguir vencer os desafios impostos pelo caráter tecnológico, em desenvolver protótipos e enriquecer do ponto de vista do conhecimento e de aprendizados. Os estudantes precisam se reinventar para encontrar soluções e equalizar os custos de um projeto com uma renda extremamente limitada.

Assim, o planejamento dos custos de um projeto deve ser levado cuidadosamente em consideração e, de forma alguma, ser negligenciado. Em função da reserva de capital da equipe ser extremamente baixa, até mesmo pequenas despesas podem ser bastante representativas neste cenário.

O PMBOK (PMI, 2013) sugere que o gerenciamento dos custos do projeto deva incluir os processos envolvidos em planejamento, estimativas, orçamentos, financiamentos, gerenciamento e controle dos custos, de modo que possa ser determinado dentro do orçamento aprovado. Quatro processos que se integram e interagem entre si e com outras áreas de conhecimento, podem ser identificados:

- Planejar o gerenciamento dos custos, refere-se ao processo de estabelecer as políticas, os procedimentos, e a documentação para o planejamento, gestão, despesas e controle dos custos do projeto.
- Estimar os custos, contemplando o processo de desenvolvimento de uma estimativa de custos dos recursos monetários necessários para terminar as atividades do projeto.
- Determinar o orçamento, sendo o processo de agregação dos custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho para estabelecer uma linha de base dos custos autorizada.



- Controlar os custos, no qual procurasse estabelecer o processo de monitoramento do andamento do projeto para atualização no seu orçamento e gerenciamento das mudanças feitas na linha base de custos.

Em alguns projetos, especialmente aqueles com menor escopo, a estimativa e orçamento de custos estão tão firmemente interligados que podem ser vistos como um processo único que pode ser realizado por uma pessoa num período de tempo relativamente curto (PMI, 2013).

O ponto de equilíbrio nesta realidade é estabelecido em função dos patrocinadores da equipe. Estes, representam um papel vital para a equipe. Os integrantes do setor, que estão a par do projeto técnico e dos recursos necessários para este, juntamente com o setor Marketing, viabilizam o contato com possíveis patrocinadores, no intuito de buscar recursos técnicos, de maquinário, peças, serviços, materiais, dentre outros. Reuniões são realizadas, onde a equipe e o projeto são apresentados, bem como a proposta de patrocínio, já com escopo e objetivos definidos.

Dessa forma, fica evidente a importância do planejamento do orçamento de cada projeto. Estabelecer e delimitar quais serão os principais gastos envolvidos é fundamental para direcionar os recursos e transparecer para o setor Marketing onde deverá ser o foco no planejamento da estratégia para obtenção de patrocínios e recursos.

Na Figura 21, é possível verificar a tabela de orçamento desenvolvida para estimativa dos custos envolvidos no projeto da nova carenagem. Uma vez o projeto conceitual elaborado, é possível listar os principais recursos necessários, as quantidades, preços estimados e comercialmente conferidos, o valor final por item e o valor total. Apesar da simplicidade da tabela, esta fornece uma visão geral do que será necessário para a execução do projeto.

Conforme falado anteriormente, o setor onde o projeto está sendo desenvolvido deverá apresentar a tabela de orçamento ao setor de Marketing e, juntamente com este, procurar identificar quais dos itens listados são passivos de patrocínio. O passo seguinte refere-se a busca por parcerias para a obtenção destes materiais. Processos padrões, que compreendem documentos, e-mails, proposta de patrocínio, dentre outros, foram anteriormente estabelecidos e encontram-se disponibilizados na pasta compartilhada da equipe.

O controle financeiro da equipe é realizado pelo setor Administrativo. Este é responsável por realizar a liberação de recursos para os processos de compras necessários, que só deverá acontecer uma vez que o Termo de Abertura do Projeto tenha sido aprovado em etapa anterior. É importante frisar que a liberação do recurso é a etapa posterior à tentativa de obtenção de patrocínio.

Figura 21 – Orçamento Carenagem

Descrição	Qntd	Uni.	Valor Un	Valor
1 Fibra de Carbono	36	m <sup>2</sup>	R\$ 200,00	R\$ 7.200,00
2 Núcleo Inercial	24	m <sup>2</sup>	R\$ 150,00	R\$ 3.600,00
3 Resina Epoxi	12	kg	R\$ 80,00	R\$ 960,00
4 Catalisador	5	kg	R\$ 20,00	R\$ 100,00
5 Cera Desmoldante	20	kg	R\$ 8,00	R\$ 160,00
6 Microesfera	5	kg	R\$ 40,00	R\$ 200,00
7 Peel Ply	40	m <sup>2</sup>	R\$ 8,00	R\$ 320,00
8 Breather	40	m <sup>2</sup>	R\$ 5,00	R\$ 200,00
9 Tacky Tape	150	m	R\$ 7,00	R\$ 1.050,00
10 Filme Vácuo	50	kg	R\$ 8,00	R\$ 400,00
11 Tecido Baixial	40	m <sup>2</sup>	R\$ 24,00	R\$ 960,00
12 Poliarbonato	5	m <sup>2</sup>	R\$ 150,00	R\$ 750,00
13 Modelos	3		R\$ 800,00	R\$ 2.400,00
14 Moldes	3		R\$ 250,00	R\$ 750,00
15				
16				
23				
<b>Total:</b>			<b>R\$</b>	<b>19.050,00</b>

Fonte: Autor (2017)

### 5.3. Execução

Após todas as etapas devidamente planejadas e o conceito elaborado, chega o momento da execução do projeto. O grupo de processos de execução é iniciado com pequenas tarefas. Em uma fase inicial do projeto, o foco está, de fato, no planejamento das atividades e escopo do projeto. A carga de trabalho, entretanto, gradualmente transgrede para o grupo de

processos de execução. As tarefas anteriormente planejadas começam a ser colocadas em prática.

Um ponto que deve ser levado em consideração, também apontado pelo PMBOK, diz respeito à execução do projeto, onde os resultados poderão requerer atualizações no planejamento e mudanças nas linhas de base. Incluindo, dessa forma, alterações nas durações esperadas para as atividades, alterações na produtividade e na disponibilidade dos recursos e riscos imprevistos. Essas variações podem afetar o plano de gerenciamento do projeto ou os documentos do mesmo, exigindo uma análise detalhada e o desenvolvimento de respostas apropriadas de gerenciamento. Os resultados da análise podem resultar no acionamento de solicitações de mudanças que, se forem aprovadas, poderão modificar o plano de gerenciamento ou outros documentos do projeto e talvez exigir a definição de novas linhas de base. Uma parte representativa do orçamento será gasta na execução dos processos contemplados pelo grupo de processos de execução (PMI, 2013).

#### 5.3.1. Modelagem Computacional

Com o Projeto Conceitual elaborado e todos os requisitos compreendidos, o grupo de processos de execução tem início. Aos poucos, as ideias colocadas no papel vão se transformando em linhas e formas geométricas em um *software* CAD. O programa utilizado é o SolidWorks®, disponibilizado aos alunos da universidade e às equipes de projeto. Nessa fase, os membros do time se reúnem e juntos fazem a modelagem, para que nenhum detalhe seja esquecido. Recursos como *splines*, ressaltos base por *loft*, dentre outros são utilizados para criar uma primeira versão base da nova carenagem. Na Figura 22 o sólido modelado pode ser observado.

Figura 22 – Modelo em CAD



Fonte: Autor (2017)

As etapas subsequentes traduzem bem o ciclo PDCA aplicado ao projeto, apresentado nos capítulos iniciais do trabalho. A carenagem modelada passa por uma série de simulações aerodinâmicas e estruturais. Dessa forma, são identificados os pontos que precisam ser melhorados, o projeto volta para o CAD para ser remodelado, a aerodinâmica e a parte estrutural são simulados novamente e, pouco a pouco, o projeto vai sendo refinado.

Para a simulação aerodinâmica, busca-se o menor valor do coeficiente de arrasto possível. Através de literaturas e bibliografias, tem-se uma estimativa de valores reais e passivos de serem alcançados. O processo de otimização é longo e trabalhoso. Os cantos vivos, onde há indicação de zona de alta pressão ou turbulência, são reprojetados e suavizados. O objetivo é desenvolver uma carenagem que proporcione a redução do consumo de energia pelo protótipo para vencer a resistência aerodinâmica aplicada durante o movimento. Na Figura 23, é possível identificar uma das simulações realizadas para a proposta desenvolvida até o dado momento de desenvolvimento do trabalho. Até o momento de escrita do trabalho, o melhor coeficiente de arrasto obtido estava em torno de 0.1098, mas ainda passivo de melhorias.

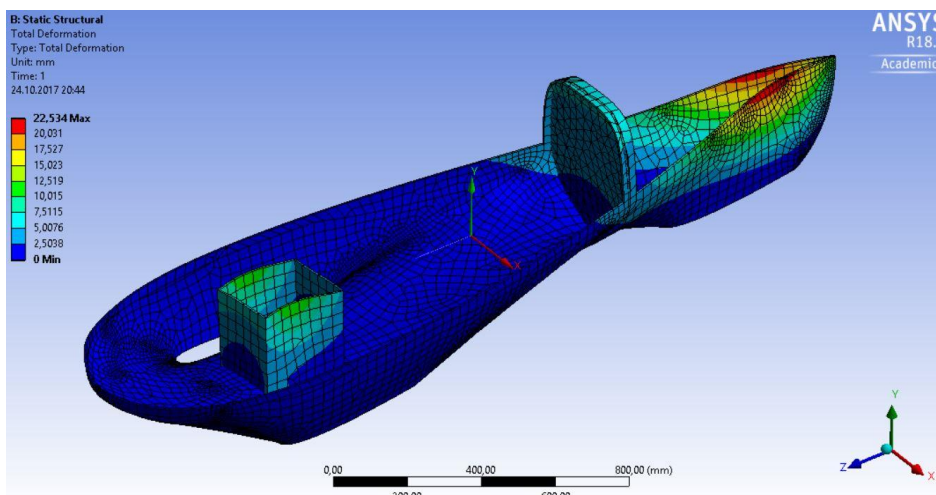
Figura 23 – Simulação Aerodinâmica



Fonte: Autor (2017)

De maneira análoga, a simulação estrutural da carenagem também foi desenvolvida. As duas simulações têm de ser feitas simultaneamente, uma vez que uma alteração da geometria em função da aerodinâmica pode impactar na questão estrutural da carenagem, e vice-versa. Para a simulação estrutural foi utilizado o software ANSYS®, e os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. Através desta simulação, foi possível identificar a espessura adequada para o núcleo inercial. Corpos de prova também foram produzidos e testados para validação do modelo. Na figura 24, é possível observar uma das simulações aplicadas.

Figura 24 – Simulação Estrutural



Fonte: Autor (2017)

Tendo em vista que as simulações aerodinâmicas e estruturais não são algo trivial de ser desenvolvidas e proporcionam um excelente campo a ser estudado, os integrantes e responsáveis por este segmento do projeto escreveram seus TCCs em cima destes temas. Respectivamente, Matheus Such, provável apresentação no ano de 2018 e Gustavo Marchiori, defesa no segundo semestre de 2017. Este, inclusive, é um dos objetivos deste trabalho, fomentar o desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e publicação de artigos tendo a equipe Eficem como escopo. Essa proposta é extremamente interessante, do ponto em que o aluno tem a oportunidade de pesquisar e desenvolver um material relacionado a um tema com aplicação totalmente prática e, por outro lado, a equipe é beneficiada com soluções fundamentadas em caráter teórico.

Neste ponto do trabalho, é importante enfatizar que o modelo de gestão desenvolvido, foi aplicado ao estudo de caso do projeto da nova carenagem da equipe Eficem. Conforme indicado pelo cronograma na sessão anterior, no momento de escrita do trabalho o projeto encontrava-se em desenvolvimento, onde a execução ainda estava em andamento e dessa forma, não concluída.

Com a conclusão da modelagem e validação das simulações, as próximas etapas a serem executadas referem-se a modelagem e usinagem do modelo, a laminação do molde em fibra de vidro e pôr fim a laminação à vácuo da nova carenagem, em fibra de carbono. Segundo o cronograma, o processo será realizado nos meses de janeiro e fevereiro.

### 5.3.2. Processo de Fabricação

O processo de fabricação de uma carenagem monocoque em fibra de carbono é definido por três etapas bem definidas. Fabricação do modelo, fabricação do molde e laminação das peças em carbono. Estas devem ser sequenciais, uma vez que o início de uma, depende da conclusão da anterior. O processo aqui descrito provém da Engenharia Naval, enfatizando novamente a importância de uma equipe multidisciplinar para a obtenção de diversificadas soluções e conceitos variados.

O objetivo deste capítulo é descrever o processo de fabricação, baseado no conhecimento adquirido nos últimos anos pelo setor carenagem. As imagens, quantidades de materiais, procedimentos específicos e algumas peculiaridades são provenientes de processos já realizados e de um constante aprimoramento dos conhecimento e aplicações com este fim.

#### 5.3.2.1. MODELO

A primeira etapa pertinente ao processo é a fabricação do modelo. O modelo nada mais é que um bloco, preferencialmente maciço, com o formato e dimensões reais da carenagem.

O material utilizado pode variar, contanto que consiga preservar e traduzir as exatas dimensões pretendidas. Usualmente, utilizam-se blocos de madeira MDF, que são usinados para obtenção do formato final. Pensando nas etapas posteriores e no formato da carenagem, o ideal é fabricar o modelo em duas partes: a de cima e a de baixo. Dependendo das dimensões da máquina, estas ainda podem ser segmentadas, mas deverão respeitar a conformidade de superfície quando posteriormente unidas.

Após a usinagem, devem-se fixar as duas partes do modelo em placas planas, com sobras de, pelo menos, quinze centímetros de cada lado, visando a próxima etapa. Deve-se também aplicar massa plástica e massa rápida em toda a superfície lixar e polir, com o objetivo de se obter uma camada externa extremamente lisa, sem nenhuma imperfeição. Todas as imperfeições desta superfície serão transferidas para as superfícies dos moldes e da própria carenagem, posteriormente. Por essa razão, essa etapa do trabalho deve ser conduzida com extremo cuidado e muita dedicação.

Na Figura 25 é possível verificar o modelo, parte superior e inferior da última carenagem produzida pela equipe.

Figura 25 – Modelo superior e inferior



Fonte: Autor (2017)

Como lições aprendidas, algo que poderá ser extremamente útil para a nova laminação, é a inserção de um pequeno degrau, de dois centímetros de altura entre a placa plana e a base dos modelos. Esse degrau marcará a silhueta e o ponto de junção da carenagem. Este pequeno degrau servirá de refugio e guia para o corte de acabamento na carenagem após a laminação.

#### 5.3.2.2. MOLDE

O molde é uma peça côncava que pode ser entendida como o negativo do modelo. Ou seja, a superfície externa do modelo será a superfície interna do molde. Usualmente fabricada de fibra de vidro, em função da viabilidade econômica que essa alternativa oferece.

Para a fabricação do molde é necessário aplicar 10 demãos de cera e polir entre cada aplicação. Posteriormente aplicar a tinta para desmoldar, popularmente conhecida como o gel coat, no modelo e, em seguida, o cobrir com uma camada de fibra de vidro, com uma espessura de no mínimo três milímetros. É importante lembrar-se de laminar as abas de pelo menos 15 cm em torno de toda a peça. Faz-se necessária também a inserção de tubos-flexíveis, conduites, em torno de todo o molde na junção do molde com as abas, criando assim, um reforço estrutural.

Após a cura da resina, é possível desmoldar o molde, ou seja, desprende-lo do modelo. Por fim, deve-se dar o acabamento superficial com lixas finas, além de polir a peça. Esse procedimento deverá ser realizado para ambas as peças, superiores e inferiores.

Na figura 26 é possível observar o molde da parte superior em fibra de vidro. É interessante analisar as abas fabricadas, que serão imprescindíveis para a próxima etapa.

Figura 26 – Molde superior



Fonte: Autor (2017)

#### 5.3.2.3. LAMINAÇÃO

A terceira etapa contempla o processo de laminação propriamente dito. Este é bastante extenso e requer uma grande quantidade de mão de obra. Ou seja, quanto maior o número de integrantes no processo melhor. Para uma melhor compreensão do processo, esta etapa será dividida em sub etapas:

1. Com o molde devidamente bem acabado devem-se aplicar dez demãos de cera e polir entre cada aplicação. Nesta etapa será necessária preparação dos materiais, ou seja, já deixar recortada a fibra de carbono necessária para cobrir duas vezes o molde, o núcleo inercial, que deve possuir furos a cada cinquenta milímetros, o tecido de acabamento, conhecido como Peel Ply, o tecido para distribuição de vácuo, popularmente chamado de *breather* ou plástico bolha, o plástico de vácuo, que já pode ser fixado na aba de um dos lados do molde com dupla face, e os conduítes, com furos a cada sessenta milímetros. É interessante testar o vácuo antes de começar a mexer com a resina, a fim de verificar se não há furos e vazamentos excessivos.
2. Inicia-se o processo então, aplicando resina em toda a superfície do molde, exceto nas abas. Em seguida, é colocada a fibra de carbono, de modo a cobrir todo o molde. Na junção de um pedaço com outro, é interessante sobrepor os pedaços em trinta milímetros.



3. Após a primeira camada de fibra de carbono, deve-se passar resina e encaixar as placas de núcleo inercial, que foram anteriormente devidamente recortadas de acordo com a superfície do molde. Após o encaixe, deve-se completar com massa de microesfera as quinas e cavidades mais agudas da superfície.
4. O próximo passo é colocar a segunda camada de fibra de carbono, de modo a cobrir todo o núcleo inercial, e aplicando resina novamente. Uma dica é aplicar a resina com um pincel, realizando movimentos perpendiculares à superfície, a fim de não abrir a malha da fibra.
5. Coloca-se então o tecido de acabamento por cima da fibra, e posteriormente, o *breather* e os conduítes posicionados estrategicamente e conectados às mangueiras da bomba de vácuo.
6. Por fim, o plástico de vácuo deve ser fechado, fixando-o nas abas, já limpas com acetona, com fita dupla face para vedação, conhecida por Tacky-Tape e massa de calafetar onde for necessário. É de extrema importância que o plástico de vácuo fique bem folgado, com bastante material de sobra, para que quando o vácuo for acionado, ele consiga copiar toda a cavidade do molde.

A bomba de vácuo deve ficar ligada durante oito horas após o processo de laminação, a uma pressão de quinhentos mmHg. Passado esse tempo, pode-se desligar a bomba, porém é interessante desmoldar a peça apenas vinte e quatro horas depois, quando a resina já houver curado em sua totalidade.

Dependendo da geometria da peça, poderá ser um pouco difícil para desmoldar. Pode-se então utilizar água e outras ferramentas como espátulas, mas sempre tomando cuidado para não danificar a peça de carbono. Por fim, devem-se cortar as extremidades de forma retilínea, seguindo o degrau guia produzido no modelo e ao final dar o acabamento em toda a peça, lixando e polindo toda a superfície externa.

A carenagem inferior é constituída não apenas pela parte principal, anteriormente citada, mas também por outras partes, que podem ou não ser de fibra de carbono, variando de acordo com o projeto. No caso do Setta, último protótipo fabricado, foram laminadas outras quatro partes de fibra de carbono: o suporte das rodas dianteiras, suporte da roda traseira, corta fogo e o Santo Antônio. Em todos os casos foram aplicadas laminação a vácuo, com exatamente o mesmo procedimento anteriormente explicado. O que pode variar, entretendo, é o número de camadas de Fibra de carbono e núcleo inercial, de acordo com a função estrutural requerida pela peça. O Santo Antônio, por exemplo, é constituído por quatro camadas de fibra de carbono e três de núcleo inercial, o que o proporciona uma grande rigidez estrutural ainda mais elevada.

A união das peças laminadas pode ser feita aplicando-se a massa de microesfera como elemento de ligação e camadas de fibra de carbono devidamente resinada. A sobreposição de fibra de carbono em ambas as peças laminadas deve ser de no mínimo trinta milímetros para garantir uma boa fixação.

#### **5.4. Monitoramento e Controle**

O gerenciamento das atividades é fundamental do decorrer do projeto. Ter o controle do que precisa ser feito, o grau de importância da ação a ser tomada, quem é o responsável, qual a duração, qual a data limite para realização da tarefa, dentre outros pontos é, de fato, imprescindível.

##### **5.4.1. Lista de Pontos em Aberto (LOP)**

Com essa finalidade, foi elaborada a ferramenta LOP. Do inglês *List of Open Points*, esta evidencia os pontos em aberto e auxilia o gerente do projeto e a equipe a visualizar o que deve ser feito e priorizado. Esta decompõe os blocos de atividades presentes na Estrutura analítica de projeto e no cronograma, trazendo o controle e visão detalhada das atividades e tarefas que precisam ser desenvolvidas para conclusão das etapas do projeto.

Com o objetivo de ser algo prático e acessível a todos, foi desenvolvida uma planilha em Excel organizada de acordo com as colunas:

- No.: número de identificação da atividade;
- Início: data inicial, quando a necessidade da atividade identificada;
- Término Previsto: data prevista para o término da atividade, baseada em sua duração e relevância;
- Fechamento: data de fechamento do ponto, quando a atividade foi finalizada;
- Descrição: descrição precisa do que precisa ser feito;
- Etapa: Pacote de trabalho local onde a atividade deverá ser desenvolvida;
- Prioridade: prioridade da atividade, podendo ser classificada de forma crescente como A, B ou C;
- Responsável: nome da pessoa responsável por solucionar e fechar o ponto;
- Data p/ revisão: data que será marca para revisão do ponto, ou seja, quando será verificado o status e andamento das soluções propostas;
- Comentário: espaço destinado aos comentários realizados nas datas de revisão;

- *Status*: neste campo é marcado se o ponto ainda está em aberto, se ainda está sendo monitorado ou se já foi fechado.

Dessa forma, de maneira clara e bastante visual, com cores que evidenciam os pontos e seus respectivos status, o acompanhamento das atividades por todos os membros envolvidos no projeto torna-se mais fácil e muito mais dinâmico. A LOP é revisada uma vez por semana nas reuniões do projeto, e assim, são discutidas as atividades já desenvolvidas e concluídas e qual o plano de ação para a semana seguinte.

Esta ferramenta auxilia o gerente de projetos a monitorar as atividades e o time, uma vez que fornece os dados diretamente correlacionados à EAP e ao Cronograma do projeto.

Adicionalmente, na parte superior, é possível identificar o percentual referente ao status dos pontos da LOP, bem como o gráfico associado a estes.

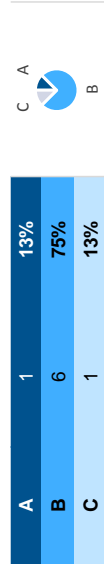
A sugestão aqui apresentada é prover um constante acompanhamento das atividades que devem ser realizadas, a fim de monitorá-las e garantir que sejam concluídas. A pessoa responsável pela edição da LOP é o gerente de projetos. Este, nas reuniões semanais, deverá abrir o arquivo, filtrar de acordo com os pontos que ainda estiverem fechados e de acordo com as datas de cada atividade. Assim, é possível expor para o grupo o *status* de cada ponto, tornando visível o que já foi concluído, o que deverá ser realizado na semana, bem como os pontos que estiverem atrasados.

Quem deverá passar o status a ser incluído na LOP é a pessoa que estiver marcada como responsável pelo ponto. O gerente do projeto irá questioná-la e inserir um comentário sobre o desenvolvimento da atividade, ou seja, como ela foi fechada ou o porquê de ainda estar em aberto.

Uma das vantagens desse processo é a identificação de empecilhos ou algo que impeça a conclusão de alguma atividade. Uma vez identificado, torna-se possível de verificar as soluções possíveis e tomar ações para que a atividade seja realizada e o ponto então fechado.

Na Figura 27 é possível identificar a LOP desenvolvida para o gerenciamento das atividades envolvidas no presente projeto. Este é apenas um fragmento do documento, com alguns dos pontos verificados no decorrer do projeto.

Figura 27 – Lista de Pontos em Aberto



No.	Início	Término previsto	Fechamento	Descrição	Etapas	Prioridade	Responsável	Data p/ Revisão	Coementário	Status
1	01/08/2017	20/08/2017	18/08/2017	Desenvolver planeamento do projeto	Conceito	B	Samuel	20/08/2017	20/08 - Planeamento desenvolvido com embasamento em TCC. Grupos de processos e pacotes de trabalho definidos	FECHADO
2	07/08/2017	14/08/2017	14/08/2017	Realizar Brainstorming com equipe e levantar dos requisitos de projeto	Conceito	B	Samuel	08/08/2017	08/08 - Em reuniões realizadas, equipe conseguiu levantar os requisitos para a nova carenagem	FECHADO
3	14/08/2017	21/08/2017	16/01/2017	Realizar medições de piloto em posição pilotagem	Conceito	B	Jim	16/08/2017	16/08 - Marcelo e Jim realizaram as medições em 3 posições diferentes (pernas esticadas e flexionadas)	FECHADO
4	01/10/2017	15/10/2017	07/10/2017	Desenvolver esboços carenagem	Modelagem	B	Samuel	20/08/2017	20/08 - Samuel desenvolveu primeiros esboços, baseado nas dimensões do piloto e requisitos do projeto	FECHADO
5	08/10/2017	08/11/2017	24/02/2017	Modelagem Carenagem (SolidWorks)	Modelagem	A	Altamiro	16/02/2017	24/02 - Modelagem concluída. É necessária a verificação do correto casamento com os demais componentes do carro. 16/02 - Problemas com múltiplas peças. Altamiro irá reparar.	MONITOR
6	22/10/2017	22/11/2017		Simulação aerodinâmica (Ansys)	Modelagem	B	Matheus	20/02/2016	20/02 - Simulações satisfatórias. Cd = 0.12	ABERTO
7	22/10/2017	25/10/2017	25/10/2017	Fabricação bloco PU para teste	Fabricação	C	Renan	24/02/2016	24/02 - Com o PU disponível no galpão, foram expandido dois blocos. É necessário aguardar o fornecimento de mais PU pela Amino	FECHADO
8	01/11/2017	08/12/2017		Fazer simulação estrutural	Modelagem	B	Gustavo	20/02/2016	10/10 - Gustavo está desenvolvendo simulação em seu TCC. Previsão de até o mês de Outubro finalizar simulações	ABERTO

Fonte: Autor (2017)

Dessa forma, de maneira clara e bastante visual, com cores que evidenciam os pontos e seus respectivos status, o acompanhamento das atividades por todos os membros envolvidos no projeto torna-se mais fácil e muito mais dinâmico. A LOP é revisada uma vez por semana nas reuniões do projeto, e assim, são discutidas as atividades já desenvolvidas e concluídas e qual o plano de ação para a semana seguinte.

Esta ferramenta auxilia o gerente de projetos a monitorar as atividades e o time, uma vez que fornece os dados diretamente correlacionados à EAP e ao Cronograma do projeto.

#### 5.4.2. Aplicativo para Gerenciamento das Atividades

A proposta do modelo de gestão de projetos desenvolvida dá grande ênfase às áreas de conhecimento referentes ao gerenciamento da integração e ao gerenciamento da comunicação. Em tempos modernos, com o avanço da tecnologia e facilidade de acesso aos meios digitais, é extremamente usual que os integrantes da equipe, alunos, estejam conectados ao celular, independente da hora ou de onde estiverem. O acesso à computadores é também comum, mas não tão constante e fácil quanto à um dispositivo móvel.

Pesando nisso e na maior efetividade do modelo proposto, a ideia de utilizar um aplicativo de celular para gerenciar e monitorar as atividades foi empregada. Diversos aplicativos foram pesquisados e testados, com a finalidade de encontrar o que melhor se adequasse e que fosse mais condizente com a aplicação desejada.

No intuito também de promover um cenário fundamentado em diferentes metodologias e boas práticas, o modelo baseou-se não apenas na estrutura fornecida pelo PMBOK, mas também no *framework* SCRUM. Assim, o aplicativo que indicou a melhor solução dentro da situação proposta foi o Trello.

O Trello é um organizador de tarefas amplamente utilizados em empresas e equipes para o gerenciamento de projetos e atividades. É bastante conhecido por ser uma ferramenta organizada em listas extremamente versátil e que pode ser ajustada de acordo com as necessidades e aplicações. Baseada no quadro Kanban, fundamentada no SCRUM, é possível criar listas contendo cartões de atividades. Dentro dos cartões, é possível escrever comentários, adicionar links, salvar anexos, determinar prazos e acrescentar imagens, especificando o assunto de cada um deles. Esses cartões podem ser movimentados entre as colunas de um mesmo quadro, de modo que você pode realizar transições de um tópico para as demais colunas, apenas arrastando o cartão. O diferencial, é que por mais que sejam simples cartões, no formato

de notas, estes podem conter além das informações já citadas, prazos e *check-lists* informando a porcentagem das atividades já desenvolvidas.

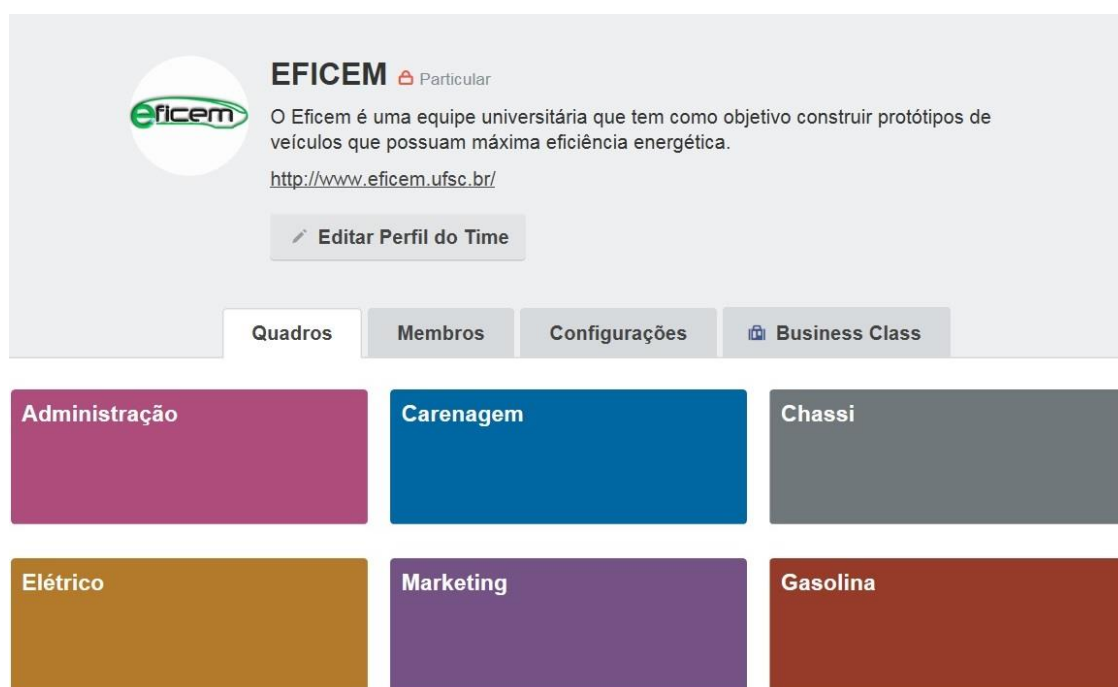
A interface do Trello é especialmente útil para trabalhos em equipe. Os quadros podem ser compartilhados com qualquer um cadastrado no Trello, e as pessoas podem ser marcadas em múltiplos cartões. É possível, inclusive, determinar as funções de cada membro da equipe de trabalho ao marcá-lo em um cartão diferente, de modo que todas as pessoas daquele quadro estejam cientes sobre em que cada um está trabalhando no momento, configurando assim uma boa forma para monitorar o que todos estão fazendo.

Além disso, existe um sistema de etiquetas por cores. Essas etiquetas coloridas podem ser utilizadas para sinalizar o status de determinado projeto ou atividade. Dependendo do contexto do quadro, elas podem adquirir diferentes significados e funções.

Uma das grandes funcionalidades deste aplicativo, é que além de acessar por dispositivo móvel, é possível acessar através do website, em um computador, por exemplo. Assim o acompanhamento do desenvolvimento e de todas as atividades torna-se possível e muito mais eficiente pelo líder do projeto.

O aplicativo tem se mostrado uma interessante ferramenta para a equipe Eficem. Como é possível identificar na Figura 28, organizaram-se pastas de acordo com os setores da equipe. Os membros podem facilmente criar contas e ter acesso ao perfil e às pastas da equipe.

Figura 28 – Perfil da equipe Eficem no aplicativo.



Fonte: Autor (2017)

Dentro da pasta do setor Carenagem, foi criado um quadro de atividades, baseado no conceito proposto pela EAP. Como é possível verificar na Figura 29, foram criadas quatro colunas para gerir as atividades:

- *Backlog*, que identifica os pacotes de trabalho do projeto, seguindo a perspectiva do grupo de processos de Planejamento.
- A Fazer, onde é possível inserir as atividades e entregas, referenciadas pelos pacotes de trabalho;
- Em Andamento, que indica as tarefas que já foram iniciadas e, portanto, movimentadas a coluna anterior para esta.
- Feito, nada mais é que as tarefas já desenvolvidas e concluídas, provenientes da coluna Em Andamento.

Figura 29 – Quadro Kanban desenvolvido no aplicativo.



Fonte: Autor (2017)

É possível criar mais ou menos colunas, de acordo com o nível de detalhamento pretendido e conceito abordado.

Dentro de cada coluna, foram inseridos cartões de atividades que informam:

- Descrição da atividade;
- Grupo de processos relacionado;
- Responsável pela entrega da atividade;
- *Check-list* com os pontos a serem completados para conclusão da atividade;
- Data de entrega;
- Anexos e comentários.

Essas e outras informações podem ser atribuídas aos cartões. Essa, aliás, é uma das vantagens do aplicativo, ser totalmente flexível e podendo ser moldado à realidade a ser aplicada. Na Figura 30 é possível identificar um cartão de atividade contendo as informações anteriormente citadas, de acordo com a necessidade de detalhamento por ela requisitada.

Figura 30 – Cartão de atividade

**Criar esboço para carenagem** ✕

na lista [Feito](#)

Membros + Etiquetas + Data Entrega ✓ 15 de out às 12:00

[Editar a descrição...](#)

☒ **Checklist** [Ocultar itens concluídos](#) [Excluir...](#)

100%

- ☒ *Coletar dimensões dos pilotos em posição de pilotagem estipulada.*
- ☒ *Coletar dimensões das rodas.*
- ☒ *Verificar com setor Gasolina dimensões do PowerTrain.*
- ☒ *Desenvolver esboço.*
- ☒ *Apresentar para equipe, para aprovação.*

[Adicionar item...](#)

**Adicionar Comentário**

[Compartilhar e mais...](#)

**Adicionar**

- [Membros](#)
- [Etiquetas](#)
- [Checklist](#)
- [Data Entrega](#)
- [Anexo](#)

**Ações**

- [→ Mover](#)
- [Copiar](#)
- [Assinar](#)
- [Arquivar](#)

Fonte: Autor (2017)

O uso deste aplicativo revelou uma ferramenta que permite conciliar umas das abordagens estudadas com a aplicação no dia a dia dos integrantes da equipe. Conforme comentado anteriormente, a facilidade do acesso em um dispositivo móvel, fortaleceu a aderência da equipe ao modelo de gerenciamento proposto e à constante atualização das atividades desenvolvidas no decorrer do mesmo.

## 5.5. Encerramento

Ao final do projeto, o grupo de processos de encerramento é identificado. Este, tem o objetivo de garantir que todas as atividades desenvolvidas ao longo do projeto tenham sido finalizadas. A principal função é assegurar que nada tenha sido esquecido ou negligenciado e, dessa forma, entregar o resultado sem nenhuma divergência do que foi projetado.






Na equipe de competição, este processo tem grande importância, sendo este fundamental para os futuros projetos. Além de garantir que as etapas e entregas sejam finalizadas, ele proporciona o registro e documentação de tudo o que foi feito. E, dessa forma, constrói uma base para que os projetos subsequentes possam estruturar-se.




Para isso, foi estabelecido um procedimento que compreende duas principais avaliações. Uma ao final do projeto, propriamente dito, onde procura-se verificar se todos os pontos planejados foram concluídos e se os testes após a montagem final do protótipo atendem aos requisitos inicialmente estabelecidos. A segunda etapa é referente à avaliação realizada durante e após a competição.

Para a primeira verificação, foi desenvolvido um documento que deve ser preenchido pelo gerente de projetos, respondendo se os principais itens, que possivelmente também serão os itens avaliados nas inspeções técnicas e de segurança na competição, correspondem à função para que foram projetados.

Figura 31 – Planilha de Verificação.

Verificações					Comentário/ Melhoria
1	Rodas estercem em seu limite projetado sem tocar na carenagem.				
2	Protótipo ser erguido pelo cinto de segurança, sem que a carenagem sofra deformações.				
3	Visibilidade frontal, frontal/lateral, lateral e traseira ok.				
4	Piloto consegue sair do veículo em menos de 10 segundos				
5	Santo-antônio suporta força de 700 N em todas as direções aplicadas.				
6	Partes móveis da carenagem bem fixadas, evitando desprendimentos não intencionais.				
7	Corta-fogo garante total vedação do cock-pit com compartimento do motor.				
8	Pára-brisa completamente visível, sem distorções.				
22					

**Legenda:**

-  Atende completamente
-  Atende parcialmente
-  Não atende

Fonte: Autor (2017)

O formulário para essas verificações pode ser conferido acima, segundo Figura 31. Seguindo seu formato, é possível atribuir se o item atende completamente, parcialmente ou se

não atende à função projetada. É possível também inserir um comentário, indicando uma possível alternativa de melhoria ou adaptação necessária.

Outro ponto pertinente a esta primeira etapa corresponde à documentação de tudo o que foi desenvolvido ao longo do projeto. A equipe utiliza uma pasta compartilhada online, onde é possível fazer o upload de todos os arquivos e documentos criados e utilizados no projeto. A verificação de que tudo foi devidamente anexado é fundamental, uma vez que será extremamente útil para os futuros projetos.

Durante a competição uma segunda lista de verificações, semelhante a anterior, também deve ser preenchida. A equipe deve anotar os pontos em que o projeto não atingiu as expectativas, conforme projetado, ou que, por alguma razão, não foi aprovado nas inspeções técnicas e de segurança. É possível anotar ainda, quais as características ou funções que podem de alguma forma, ser melhoradas ou aperfeiçoadas no próximo projeto. Após a competição, a equipe deverá fazer uma reunião para listar esses pontos e documenta-los a fim de explorar potenciais de melhoria. Nessa reunião, os seguintes tópicos devem ser abordados:

- Fazer a revisão pós-projeto ou de final de fase;
- Registrar os impactos de adequação dos processos;
- Documentar as lições aprendidas;
- Arquivar todos os documentos relevantes do projeto no sistema de compartilhamento de informações da equipe, para serem usados como dados históricos;
- Executar a avaliação dos membros da equipe e liberar os recursos do projeto.

Dessa forma, torna-se possível extrair ao máximo de experiências decorridas, tendo como foco e objetivo de criar um fluxo de melhoria contínua. Com a documentação das lições aprendidas cria-se uma base como ponto de partida para novos projetos, permitindo assim a estruturação de uma linha ascendente de desenvolvimento e conhecimento. É importante que a equipe busque sempre inovações e a implementação de novas soluções, mas sempre analisando o que já deu certo ou errado em projetos passado, otimizando tempo e recursos.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou desenvolver e aplicar um modelo de gestão de projetos à equipe Eficem de Eficiência Energética. O estudo de caso foi desenvolvido em cima do projeto da nova carenagem para os protótipos à gasolina e elétrico. Através de um embasamento teórico fundamentado em diferentes metodologias, a proposta procurou estudar e avaliar quais modelos, boas práticas, ferramentas e estruturas poderiam ser aplicados ao projeto e à realidade da equipe.

Além das metodologias de gestão de projetos estudadas, procurou-se incorporar ao trabalho metodologias de Estudo de Caso e Pesquisa-ação na Engenharia. Dessa forma, foram desenvolvidos estudos e pesquisas para a posterior inserção das soluções em um contexto real, o projeto da nova carenagem. O trabalho foi escrito com constantes retornos da equipe e revisões extraídas do que se aplicava à gestão do projeto. É importante enfatizar que cronograma deste, por sua vez, calendarizou sua conclusão para o mês de abril de 2018, de modo que no momento de escrita do trabalho, o projeto encontrava-se em andamento, mais especificamente na fase de execução.

O desenvolvimento deste trabalho tornou possível a análise de modelos de gerenciamento de projetos encontrados na bibliografia pesquisada, bem como a identificação de problemas dentro deste contexto, observadas em equipes de competição. Procurando prover uma solução, foi elaborada uma estrutura e assim um modelo de gestão de projetos, aplicado ao estudo de caso.

Cabe ressaltar, que durante o processo de graduação, o autor teve a oportunidade de realizar o estágio em uma montadora do segmento automotivo. E, por estar no setor de planejamento técnico, a vivência com projetos em diferentes tecnologias tornou-se constante em todo o período. O contato e experiências com as ferramentas fornecidas por metodologias aplicadas, agregaram grande conhecimento e permitiram uma análise do que poderia ou não ser aplicado à equipe de projetos universitária.

Nessa perspectiva, o trabalho contemplou a proposta de profissionalizar a equipe e seus integrantes, buscando incorporar o conceito de organização e estrutura observado em empresas e corporações industriais. O objetivo foi colaborar com a formação dos estudantes, os aproximando e preparando para o mercado de trabalho. Vivenciar desafios de uma equipe de

competição permite que intensifiquem valores como comunicação, comprometimento, proatividade, trabalho em equipe e liderança. Dessa forma, a aplicação do modelo de gestão de projetos, vai além do gerenciamento de um projeto, fornecendo ao grupo a possibilidade de desenvolver um conceito, até então, pouco explorado ao longo do curso.

O modelo proposto, apresentou boa aceitação do grupo. Gerenciar os projetos de forma organizada, estruturada e clara para toda a equipe, permite uma melhor distribuição de atividades e uma regularidade de carga de trabalho. O senso de responsabilidade e comprometimento fica ainda mais evidente. Essa homogeneidade também pode ser verificada na questão do tempo. O modelo buscou trabalhar com datas de entrega que, até o momento, estavam sendo rigorosamente respeitadas. O objetivo é garantir que haja regularidade nas entregas, evitando o pico e grande acúmulo de trabalho no período próximo à competição.

Ao final, a percepção da eficácia de um modelo híbrido, fundamentado em diferentes literaturas fica bastante clara. A opção de conciliar estruturas e boas práticas vistas no guia PMBOK, às ferramentas disponibilizadas pelo modelo SCRUM configuram uma excelente alternativa. A análise do que poderia e do que não deveria ser aplicado pode ser traduzida na seleção de boas estratégias e na exclusão de processos burocráticos, que talvez em um ambiente industrial fariam sentido, mas que não se enquadram à realidade da equipe.

Como sugestão para trabalhos futuros, o modelo desenvolvido pode ser aprimorado conforme aplicações nos outros setores da equipe e assim moldado segundo novas necessidades e peculiaridades da inclusão de novos processos. Outras abordagens também podem ser estudadas e aplicadas, procurando explorar aspectos que talvez, por uma razão ou outra, não tenham sido tão efetivamente tratados.

Cabe ressaltar que o trabalho desenvolvido não contemplou a proposta de aprofundar-se na área de conhecimento referente ao gerenciamento dos recursos humanos. Esta foi apresentada e sua integração com a gestão do projeto foi devidamente abordada durante toda a condução do estudo de caso. A importância do tema, entretanto, é notória e exerce papel fundamental na conjuntura de liderança e gerenciamento de equipe de projetos. Dessa forma, convém enfatizar a proposta do desenvolvimento de trabalhos futuros neste segmento.

Além da proposta no campo de gerenciamento de projetos, uma equipe de competição oferece uma vasta gama de assuntos que podem facilmente enquadrar-se como temas de trabalhos de conclusão de curso e artigos para serem publicados. Essas situações representam excelentes oportunidades para os alunos, que podem desenvolver tecnologias e característica do protótipo, e para a equipe, que se beneficia com a elaboração de soluções fundamentadas em caráter teórico e com a documentação das mesmas.

## REFERÊNCIAS

- ASTM – American Society for Testing Materials. **ASTM C-15 - Manual on Quality Control of Materials Special Technical Publication**. In Annual Book of ASTM, 1951
- BOUER, R.; CARVALHO, M. M. Metodologia singular de gestão de projetos. **Revista Produção**. São Paulo, SP, v. 15, n. 3, p. 347-361, Set./Dez. 2005.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Unwin Hyman, London. p. 283. 1989.
- CALLISTER, W. D. **Materials Science and Engineering**. Ed. John Wiley & Sons. Inc, Nova York 1997.
- CAMPOS, V. F. Controle da Qualidade Total. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 3ª edição, 1992.
- CARVALHO, M. M. **Fundamentos em Gestão de Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos**. 3º Edição. São Paulo: Atlas, 2011.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro /RJ, 2010.
- CLELAND, D.I.; IRELAND, L. **Project Management: Strategic Design and Implementation**. New York: McGraw-Hill, 4<sup>th</sup> ed. V.1, 2002.
- COSTA, D. M. G. **Aplicação de Conceitos de Gestão de Projetos Relacionados ao Modelo Stage-Gate: O Caso do Projeto Fórmula SAE**. Niterói, RJ, 2016.
- COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. **Action Research for Operation Management**. International Journal of Operations and Production Management, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.
- CROOM, S. **Topic Issues and Methodological Concerns for Operations Management Research**. EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management, Brussels, Belgium, 31st Jan.-4th Feb, 2005.
- D'ÁVILA, M. **PMBOK e Gerenciamento de Projetos**. Revisão 8. São Paulo, 2015.
- DE OLIVEIRA, A.B.; CHIARI, R. **Fundamentos em Gerenciamento de Projetos baseado no PMBoK 5ª Edição**. Amazon Serviços de Varejo do Brasil Ltda, 2014. 92 p.
- DOS SANTOS, H. S. **Scrum e Kanban na Prática**. WES 2015. Campo Grande, 2015.
- EISENHARDT, K. M. **Building Theories from Case Study Research**. Academy of Management Review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.
- FINOCCHIO JR, J. **Project Model Canvas: Gerenciamento de Projetos Sem Burocracia**. 1ª ed. Rio de Janeiro/RJ, 2013.

FRAME, J. D. **The New Project Management – Tools for an Age of Rapid Change, Corporate Reengineering, and Other Business Realities**. São Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1994.

IPMA. **International Project Management Association**. Disponível em: <<http://www.ipmabrasil.org/>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

JAYANTI, S.; SINHA, K. **Innovation Implementation in High Technology Manufacturing: A Longitudinal Field Study**. Journal of Operations Management, v. 16, n.4, p. 471-494, 1998.

KERZNER, H. Project Management. **A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**. Nova York: John Wiley & Sons, 2001.

LUBIN, G. **Handbook of Composites**. Nova York: Ed. Van Nostrand Reinhold, 1982.

MALACHIAS, I. **Project Model Canvas: Planejamento em uma folha**. Revista Mundo Project Management, Curitiba, nº 49, ano 8, Fev./Mar, 2013

MEREDITH, J. R.; MANTEL JR, S. J. **Project Management a managerial Approach**. John Wiley & Sons, New York, 1995.

MESKENDAHL, S. **A boa gestão de Portfolios de projetos compensa: um estudo empírico**. Revista Mundo Project Management, Curitiba, nº 52, ano 9, ago./set. 2013

NBR ISO 10006. **Gestão da Qualidade – Diretrizes para a Qualidade no Gerenciamento de Projetos**, Rio de Janeiro/RJ, 1997.

OQUIST, P. **The epistemology of action research**. Acta Sociologica, v. 21, n. 2, p. 143-163, 1978.

PINHEIRO, T.; ALT, L. **Design Thinking Brasil: empatia, colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade**. Rio de Janeiro, 2011.

PMBK. **Project Management Knowledge Base**. Disponível em: <<http://pmkb.com.br/sig/padroes-frameworks/icb-ipma/>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

PMI - Project Management Institute. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBoK®)**. 5ª Edição, 2013

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo/SP, Saraiva, 2006.

SAE BRASIL. Engenharia Automotiva. Ano 11, Nº 51, p. 31-37, jul/ago/set, 2012)

SENHORAS, M. E.; TAKEUCHI, P. K.; TAKEUCHI, P. K. **Gestão da Inovação no Desenvolvimento de Novos Produtos**. IV SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro/RJ, 2007.

**SHELL.** Disponível em: < <http://www.shell.com/energy-and-innovation/shell-ecomarathon.html> >. Acesso em: 15 nov. 2017.

**SOUZA, R. Case Research in Operations Management.** EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management, Brussels, Belgium, 31st Jan.-4th Feb, 2005.

**THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo: Cortez, 2009.

**VERZUH, E. MBA Compacto: Gestão de Projetos.** Campus. Rio de Janeiro, 2000.

**WESTBROOK, R. Action research: a new paradigm for research in production and operations management.** International Journal of Operations & Production Management, v.15, n.12, p 6-20, 1995.

**WYSCOCKI, R. K. Effective Project Management: Traditional, Agile, Extreme.** 7<sup>a</sup> Edição. Indianápolis, 2000.

**YIN, R. K. Estudo de caso - planejamento e métodos.** 2<sup>a</sup> Edição. Porto Alegre: Bookman. 2001.

## ANEXO A – REGULAMENTO COMPETIÇÃO

### 3. VEHICLE DESIGN

#### 3A – GENERAL



##### Article 25: VEHICLE DESIGN

- a) During vehicle design, construction and competition planning, participating Teams must pay particular attention to all aspects of safety, i.e. Driver safety, the safety of other Team members and spectator safety.
  - i. Prototype vehicles must have three or four running wheels, which under normal running conditions must be all in continuous contact with the road.
  - ii. UrbanConcept vehicles must have exactly four wheels, which under normal running conditions must be all in continuous contact with the road. A fifth wheel for any purpose is forbidden.
- b) Aerodynamic appendages, which adjust or are prone to changing shape due to wind whilst the vehicle is in motion, are forbidden.
- c) Vehicle bodies must not include any external appendages that might be dangerous to other Participants; e.g. pointed part of the vehicle body. Any sharp points must have a radius of 5 cm or greater, alternatively they should be made of foam or similar deformable material.
- d) Vehicle body panels must be rigid with an appropriate stiffness not to be prone to changing shape due to wind.
- e) The vehicle interior must not contain any objects that might injure the Driver during a collision.
- f) Windows must not be made of any material which may shatter into sharp shards. Recommended material: Polycarbonate (e.g. Lexan)
- g) Any cover of the energy compartment (engine/motor/transmission/battery, etc.) should be easy to open for quick inspection access.
- h) All parts of the drive train, including fuel tank, hydrogen system components, etc. must be within the confines of the body cover.
- i) All objects in the vehicle must be securely mounted. Bungee cords or other elastic material are not permitted for securing heavy objects like batteries.
- j) All vehicles must have a solid floor and frame that prevents any part of the driver's body from contacting the ground.
- k) All vehicles (including Prototypes) must be fully covered. Open top vehicles are not allowed. Vehicles that look like bicycles, tricycles or wheelchairs are not acceptable.
- l) The Organisers may provide any team with telemetry equipment (see [Section 5](#)) and request them to install it in their vehicle for the purpose of competition monitoring and result calculation. In this case the main housing of the telemetry equipment will need to be installed inside the vehicle and the team must provide a hole in the body of the vehicle of no more than 32 mm for the passage of cables to one or more outside antennae which will need to be attached outside on top of the vehicle. Teams will be informed during technical inspection if such an installation is required and

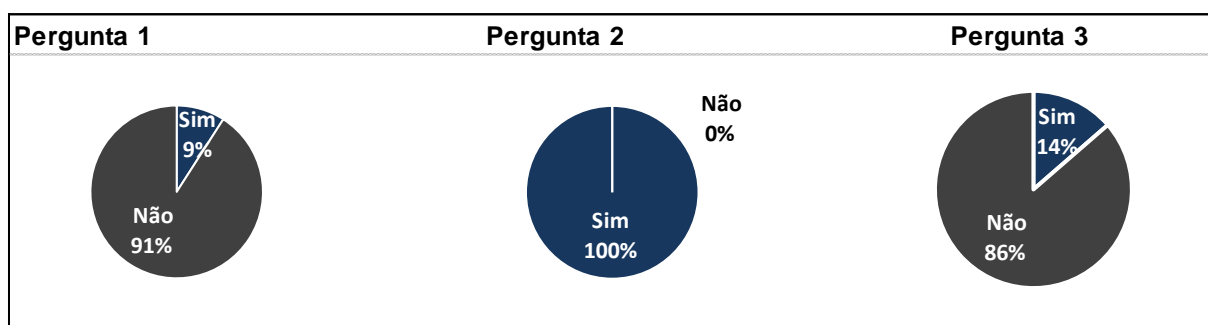


## APÊNDICE A – PERQUISA GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Perguntas
1 A sua equipe segue alguma metodologia para o gerenciamento de projetos?
2 A metodologia em gerenciamento de projetos é/poderia ser útil para a gestão da equipe?
3 A sua equipe utiliza algum programa ou software para auxiliar na gestão do projeto?

Respostas Quantitativas					
Equipes de projeto	País	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	
1 Duke Electric Vehicles	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
2 Oregon State University	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
3 MecMack	Brasil	Não	Sim	Não	
4 Fórmula CEM	Brasil	Sim	Sim	Sim	
5 Baja CEM	Brasil	Não	Sim	Não	
6 UNAM México Mitzli	México	Não	Sim	Não	
7 Pato a Jato	Brasil	Sim	Sim	Sim	
8 E3	Brasil	Não	Sim	Não	
9 Mater Dei Supermileage	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
10 USabana Colombia	Colombia	Não	Sim	Não	
11 Team Northern	Canada	Não	Sim	Não	
12 Team Carbonair II	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
13 MF Jags Alpha	Brasil	Não	Sim	Não	
14 FENG Eco Racing	Brasil	Não	Sim	Sim	
15 Trine University	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
16 Golden Buffaloes	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
17 UM Supermileage	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
18 UAB Blazers	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
19 Braves	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
20 Eco Engineering Club	Estados Unidos	Não	Sim	Não	
21 SaskEco	Canada	Não	Sim	Não	
22 Evolution Supermiliage	Canada	Não	Sim	Não	

Total					
Sim		2	22	3	
Não		20	0	19	



## APÊNDICE B – MATRIZ MORFOLÓGICA

Função	Princípios de Solução		
Compreender os sistemas do carro	Carenagem Monocoque	Chassi aço	Chassi alumínio
Acomodar piloto	Sentado	Deitado com as pernas esticadas	Deitado com as pernas flexionadas
Fornecer estrutura rígida	Carenagem Monocoque	Chassi aço	Chassi alumínio
Proporcionar baixo arrasto aerodinâmico	Formato de gota com rodas externas	Formato de gota com rodas internas	Formato da gota inverso
Ser facilmente desmontável	Carenagem modular fixada por parafusos	Carenagem modular laminada	Carenagem modular fixa por velcro e fitas
Possuir fácil modo de abertura	Pinos encaixáveis (espadinha)	Dobradiça	Imãs e pinos guia
Proporcionar baixo peso para estrutura	Carenagem polimérica	Fibra de vidro	Material compósito (c/ fibra de carbono)
Contemplar fabricação viável	Laminação manual	Laminação a vácuo	Dobramento de canos
Proporcionar boa visibilidade frontal	Para-brisa de acrílico	Para-brisa de policarbonato	Para-brisa de vidro
Proporcionar bom escoamento aero.	Rodas dianteiras internas	Rodas dianteiras externas	Rodas dianteiras externas com capa
Fornecer identidade visual	Pintura automotiva da carenagem	Técnica de envelopamento	Sem pintura
Alinhar posição da roda traseira	Laminação manual de peça	Vinco na carenagem feito ainda no CAD	Gabarito para posicionamento
Garantir casamento das carenagens	Corte manual demarcado com fita	Corte com máquina específica	Degrau no projeto do modelo de MDF